

المركز الإستشاري للدراسات والتوثيق

سلسلة البحث الراجع

سلسلة غير دورية تبحث في سياق توثيقي موضوعات محددة

جيوبوليتيك المعادن النادرة

الإنتاج والاستخدام

العدد التاسع والخمسون - آب 2023



جيوبوليتيك المعادن النادرة

الإنتاج والاستخدام

سلسلة البحث الراجع

سلسلة غير دورية تبحث في سياق توثيقي موضوعات محدّدة، دون التدخل فيها بالتحليل أو بالمناقشة.

العنوان: جيوبوليتيك المعادن النادرة الإنتاج والاستخدام
الناشر: المركز الاستشاري للدراسات والتوثيق
إعداد: مديرية الدراسات الاستراتيجية
تاريخ النشر: آب 2023
رقم العدد: التاسع والخمسون

العنوان: بئر حسن- جادة الأسد- خلف كافيه 77 - الفانتزي وورلد سابقًا - بناية الورود- الطابق الأول
هاتف: 01/836610
فاكس: 01/836611
خليوي: 03/833438
Postal Code: 10172010
P.o. Box: 24/47
Beirut- Lebanon
E.mail: ccsd@dirasat.net
http//www.dirasat.net

ثبت المحتويات

المقدّمة*

يقدّم البحث الحالي عرضًا للإنتاج العالمي وخصائص 23 من المعادن النادرة[1] التي تدخل في مجالات حيوية كالطاقة المتجدّدة والصناعات التكنولوجية الأكثر تطوّرًا وهي ذات استخدامات مدنية وعسكرية. حتى أن بعض هذه المعادن مصنّفة في العديد من الدول كسلع استراتيجية تحافظ على مخزونات منها ولا تصرّح عن كمّيات إنتاجها نظرًا لدخولها في صناعات عسكرية حسّاسة كما فعلت الولايات المتحدة بالنسبة لمعدن البيريليوم[2].

بحسب دراسة نشرتها هيئة المسح الجيولوجي الأميركية بعنوان: "الموارد المعدنية الحرجة للولايات المتحدة - الجيولوجيا الاقتصادية والبيئية وآفاق الإمداد المستقبلي"[3]، فقد شكّلت المناجم في الصين عام 2014 ما نسبته 20٪ أو أكثر من إنتاج المناجم في العالم لأكثر من 40 سلعة معدنية بما يزيد على 85٪ من "العناصر الأرضية النادرة"[4] (REEs) و82٪ من التنغستن و76٪ من الأنتيمون و73٪ من الجرمانيوم و68٪ من الزئبق و66٪ من الغرافيت و59٪ من الفلورسبار. على مرّ العصور، ازداد الطلب العالمي على السّلع المعدنية بفعل التزايد السكاني والتطوّر الصّناعي والتكنولوجي وتشير التوقّعات إلى استمراره في النموّ مستقبلًا. يقدّم تقرير هيئة المسح الجيولوجي الأميركي المذكور أعلاه[5] شاهدًا على هذا الأمر حيث يشير إلى أن 12 عنصرًا معدنيًا كانت تدخل في صناعة رقائق الكمبيوتر في ثمانينيات القرن الماضي ليتطوّر عددها إلى 16 عنصرًا بعد عقدٍ من الزمن ثمّ وصل عددها إلى 60 عنصرًا بحلول عام 2006 بفعل التقدّم الصناعي وتطوّر قدرات التعدين وتكرير المعادن لدى الدول لاسيّما الصين. بناء على نتائج عملية بحثية أجريناها لترتيب أول ثلاث دول في العالم من حيث قدراتها الإنتاجية للمعادن الثمينة، تصدّرت الصين الدول المنتجة لـ 13 من أصل 23 معدنًا يشملها هذا البحث كما يظهر في الجدول أدناه:

---

* إعداد الباحث في المركز الاستشاري للدراسات والتوثيق الدكتور أيمن حلاوي.

[1] المعادن النادرة الـ 23 المشمولة في هذا البحث هي: الأنتيمون، الباريت، البريليوم، الكوبالت، الفلور، الغاليوم، الجرمانيوم، الجرافيت، الهافنيوم، الإنديوم، الليثيوم، المنغنيز، النيوبيوم، عناصر مجموعة البلاتين، العناصر الأرضية النادرة، الرينيوم، السيلينيوم، التنتالوم، التيلوريوم، القصدير، التيتانيوم، التيتانيوم، الفانسيوم.

[2] patrick.stinnett@edelman.com. (2022, January 31). Beryllium: America’s “Miracle” Metal - Minerals make life. Minerals Make Life. https://mineralsmakelife.org/blog/beryllium-americas-miracle-metal/

[3] Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., 2017, Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, 797 p., http://doi.org/10.3133/pp1802.

[4] هي عنصر من المعادن النادرة تتكوّن من 15 عنصرًا يتراوح عددها الذري من 57 (اللانثانوم) إلى 71 (اللوتيتيوم) ويشار إليها عادة باسم "اللانثانيدات".

[5] المصدر نفسه.

جدول رقم 1: المعادن النادرة المشمولة بالبحث وترتيب المنتجين الثلاثة الأول على مستوى العالم

	اسم المعدن	ترتيب المنتجين الثلاثة الأول في العالم[6]		
		المنتج الأول	المنتج الثاني	المنتج الثالث
1	Antimony الأنتيمون	الصين	روسيا	طاجيكستان
2	Barite (Barium) الباريت	الصين	الهند	المغرب
3	Beryllium البريليوم	الولايات المتحدة	الصين	البرازيل
4	Cobalt الكوبالت	الكونغو	إندونيسيا	روسيا
5	Fluorine فلور	الصين	المكسيك	جنوب إفريقيا
6	Gallium الغاليوم	الصين	روسيا	أوكرانيا
7	Germanium الجرمانيوم	الصين	روسيا	الولايات المتحدة
8	Indium الإنديوم	الصين	كوريا الجنوبية	اليابان
9	Graphite الغرافيت	الصين	البرازيل	مدغشقر
10	Lithium الليثيوم	أستراليا	تشيلي	الصين
11	Manganese المنغانيز	جنوب إفريقيا	الغابون	أستراليا
12	Niobium النيوبيوم	البرازيل	كندا	الكونغو
13	Tantalum التنتالوم	الكونغو	البرازيل	رواندا
14	Platinum-Group Elements عناصر مجموعة البلاتين	جنوب إفريقيا	روسيا	زيمبابوي
15	Rare-Earth Elements العناصر الأرضية النادرة	الصين	الولايات المتحدة	أستراليا
16	Rhenium الرينيوم	تشيلي	الولايات المتحدة	بولندا
17	Selenium السيلينيوم	الصين	اليابان	روسيا
18	Tellurium التيلوريوم	الصين	روسيا	اليابان
19	Tin القصدير	الصين	أندونيسيا	بورما
20	Titanium التيتانيوم	الصين	الموزمبيق	جنوب إفريقيا
21	Vanadium الفاناديوم	الصين	روسيا	جنوب إفريقيا
22	Zirconium الزركونيوم	استراليا	جنوب إفريقيا	الصين
23	Hafnium الهافنيوم	فرنسا	الولايات المتحدة	روسيا

[6] من المهمّ الإشارة إلى وجود تضارب بين المصادر في ترتيب الدول المنتجة للمعادن الثمينة كما أن بعض الدول لا تصرّح عن إنتاجها من بعض المعادن المصنّفة استراتيجية لدواع تتعلق بالأمن القومي. كل ذلك يضفي غموضًا على ترتيب الدول المنتجة أو قد يجعل بعض الأرقام غير دقيقة لكن الجدول أعلاه يعطي فكرة مهمّة عن أبرز 3 دول منتجة لهذه المعادن التي باتت محرّكًا للصراعات بين القوى الكبرى على مناطق النفوذ من أجل ضمان وارداتها منها نظرًا لأهمّيتها في الصناعات التكنولوجية الحديثة. الترتيب في الجدول استند إلى إحصائيات بين الأعوام 2020 و2023 تمّ الحصول عليها من المصادر الإلكترونية التالية:

www.statista.com ; https://www.usgs.gov ; www.investingnews.com

تُعتبر المعادن النادرة محرّكًا ومحفّزًا لصراعات القوى الكبرى ومؤشرًا على خريطة توزّعها الجغرافي. ثمّة أمثلة كثيرة على تقييد تصديرها كما فعلت الصين عام 2010 عندما أعلنت خفض صادراتها من "العناصر الأرضية النادرة" (REEs) الضرورية للصناعة في قطاع الطاقة المتجددة والصناعات التكنولوجية الحديثة[7] مما تسبّب بتهافت العديد من الدول لتأمين إمداداتها من مصادر بديلة. كذلك تشير العديد من المصادر الغربية إلى توجّه الصين نحو فرض حظر على تصدير التكنولوجيا اللازمة لمعالجة المعادن الأرضية النادرة من خلال إعادة نظرٍ تجريها حاليًا وزارة التجارة الصينية لسياسات التصدير[8]. كذلك تتحكّم دول أخرى بإمدادات العديد من المعادن النادرة مثل الكوبالت (الكونغو) والنيوبيوم (البرازيل) والبلاتين (جنوب إفريقيا) ما يعطيها ميزة التأثير على العرض في الأسواق العالمية[9].

وتُعدّ المعادن النادرة ورقة قوّة يجب أخذها بعين الاعتبار عند تحليل السباق على مناطق النفوذ بين القوى الكبرى والنّزاعات الدولية ومنها المنافسة الجارية بين الصين والولايات المتحدة على صدارة الاقتصاد العالمي وما لذلك من تداعيات على النظام العالمي. في هذا السياق، تتّهم واشنطن بكين باحتكار شبه كامل للغاليوم وهو معدن مهمّ يُستخدم في صناعة أشباه الموصلات لإنتاج الرقائق الدقيقة التي تُعتبر ضرورية لتشغيل بعض التقنيات العسكرية الأكثر تقدّمًا في الولايات المتحدة. وقد جاء فرض بكين قيودًا على تصدير الغاليوم بعد سعي واشنطن لفرض حصار تكنولوجي عليها في محاولة منها - أي بكين - لتكريس معادلة تقوم على الموادّ الأوّلية الصينية مقابل التعاون التكنولوجي. وقد دفعت الخطوة الصينية بعض المختصّين الأميركيين إلى التحذير من أن "نقاط الضعف الصارخة في سلسلة توريد الغاليوم تشكّل تحدّيًا خطيرًا للأمن القومي والاقتصاد الخاصَّين بالولايات المتحدة وحلفائها"[10].

ومع التوقّعات بارتفاع الطلب العالمي وهيمنة الصين على جزء مؤثّر من إنتاج المعادن النادرة، في المستقبل ستواصل العديد من الدول السعي إلى تنويع سلاسل التوريد الخاصة بها[11] لتجنّب التداعيات السلبيّة لفقدان احتياجاتها ورفد صناعاتها المتطوّرة بها. غير أن تحقيق ذلك يتطلّب وقتًا ولا يمكن أن

---

[7] Adams, R. (2023). High Voltage: In 2010, China's 'weaponization' of rare earths sent prices into low orbit. Could it happen . . . Stock head. https://rb.gy/gjqfg

[8] Kc, M. L. (2023, April 14). China to impose export restrictions on rare earth metals technology & OECD publishes policy paper on raw materials - EU Sanctions. EU Sanctions. https://rb.gy/qtq6f

[9] McGroarty, D., & Wirtz, S. (2012). Reviewing risk—Critical metals and national security: American Resources Policy Network Report. June, 6, 34.

[10] Powers-Riggs, M. P. F. B. H. A. (n.d.). Mineral Monopoly: China's Control over Gallium Is a National Security Threat. https://features.csis.org/hiddenreach/china-critical-mineral-gallium/

[11] في نيسان / أبريل 2023، أصدر الاتحاد الأوروبي قانونًا لجعل دوله أكثر اكتفاءً ذاتيًا في إنتاج المعادن النادرة. المصدر:
https://www.stimson.org/2023/why-chinas-export-controls-on-germanium-and-gallium-may-not-be-effective/

يتحقّق بين ليلة وضحاها حيث ستستمرّ الأسعار العالمية الخاضعة لمبدأ العرض والطلب بالارتفاع وسط تبادل الاتهامات بين بكين التي تقاوم محاولات احتوائها تكنولوجيًا والغرب الذي سيواصل اتّهامها بالاحتكار وممارسة ما يسمّيه بـ "الإكراه التجاري".

أخيرًا من المهمّ الإشارة إلى الآثار البيئية السّيئة التي تخلّفها عمليات التّنقيب والاستخراج والتعدين الأمر الذي دفع بالعديد من دول العالم ومنها الصين إلى مراجعة وتشديد معايير الرقابة البيئية وتقييد أو وقف العمل في العديد من المناجم.

في ما يلي عرض لخصائص المعادن الـ 23 المشمولة بالبحث وأبرز استخداماتها والدول المنتجة لها:

الأنتيمون Antimony

- الأنتيمون سلعة معدنية مهمّة تُستخدم على نطاق واسع في المجتمعات الصناعية الحديثة. يضفي قوة وصلابة ومقاومة للتآكل إلى السبائك المستخدمة في العديد من مجالات الصناعة بما في ذلك بطّاريات تخزين الرصاص الحمضية[12].
- يُستخدم كمثبّط للحريق في معدّات السلامة وفي صناعة الفراش ويدخل في إنتاج بعض أجهزة أشباه الموصلات مثل كاشفات الأشعّة تحت الحمراء وغيرها. تشمل الاستخدامات الأخرى لمركّبات الأنتيمون صناعة الدهانات والزجاج والفخّار[13]. كما تعتبر صناعة السيّارات ثاني أكبر سوق للاستخدام النهائي للأنتيمون[14].
- تهيمن الصين على إنتاج الأنتيمون حيث أنتجت في عام 2013 حوالي 80 في المئة من إمدادات العالم من الأنتيمون وهي تمتلك الجزء الأكبر من الموارد المشخّصة في العالم من هذه المادّة. يوجد الأنتيمون أيضًا في بوليفيا وكندا والمكسيك وروسيا وجنوب إفريقيا وطاجيكستان وتركيا وفي الولايات المتحدة. في عام 2006 ومع انخفاض استهلاك الأنتيمون في معظم البلدان أصبحت الصين بفعل اقتصادها المزدهر المستهلك الأول لهذه المادة في العالم. كما دفع تراجع عمليات

---

[12] Seal, R.R., II, Schulz, K.J., and DeYoung, J.H., Jr., *with contributions from* David M. Sutphin, Lawrence J. Drew, James F. Carlin, Jr., and Byron R. Berger, 2017, Antimony, chap. C *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. C1– C17, https://doi.org/10.3133/pp1802C.

[13] Antimony - Element information, properties and uses | Periodic Table. (n.d.). https://shorturl.at/iuyEZ

[14] Antimony Market Size, Share and Trends forecast to 2023 by Product Type, Application, End-Use Industry and Region | COVID-19 Impact Analysis | MarketsandMarketsTM. (n.d.).
https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/antimony-market-105828834.html

تعدين الأنتيمون وزيادة الاستهلاك المحلّي إلى أن تبحث الصين عن مصادر أجنبية لتوريد الأنتيمون الخام والمركّز لا سيّما من كندا وطاجيكستان مما أدّى إلى تراجع إنتاج معدن الأنتيمون المصهور وأكسيده في تلك البلدان[15].

- في عام 2012، استوردت الولايات المتحدة إمداداتها من الأنتيمون بشكل أساسي من الصين فيما توزّعت نسب الاستيراد بين أعوام 2008 و2011 كالتالي: 67 في المئة من الصين؛ 15٪ من المكسيك؛ 7٪ من بلجيكا؛ 4٪ من بوليفيا؛ و7٪ من دول أخرى[16].
- قيّدت الصين تصدير الأنتيمون عام 2011 لتلبية احتياجاتها المحلّية ونظرًا للمخاطر البيئية التي تخلّفها عملية الاستخراج والتعدين ما انعكس نقصًا في الإمدادات العالمية[17]. كما يمكن أن يؤدّي التعرّض للأنتيمون إلى مخاطر صحية خطيرة (اضطرابات في التنفس، والتحسّس الجلدي، وسرطان الرئة)[18].

جدول رقم 2: تقديرات الإنتاج العالمي واحتياطيات الأنتيمون في عام 2013 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية

البلد	الإنتاج / طن متري	الاحتياطات / طن متري
الصين	120,000	460,000
بورما	9,000	غير متوفّر
روسيا	8,700	350,000
بوليفيا	5,081	310,000
طاجيكستان	4,675	50,000
تركيا	4,600	غير متوفّر
أستراليا	3,275	غير متوفّر
جنوب إفريقيا	2,400	27,000
قرغيزستان	1,200	غير متوفّر
المكسيك	294	غير متوفّر
كندا	76	غير متوفّر
البلدان الأخرى	غير متوفّر	150,000
الإجمالي العالمي	159,000	1,300,000

[15] Antimony - Element information, properties and uses | Periodic Table. (n.d.-b). https://shorturl.at/iuyEZ

[16] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/gorS9

[17] Qi, Y., Wei, X., Zhao, M., Pan, W., Jiang, C., Wu, J., & Li, W. C. (2022). Heavy metal pollution characteristics and potential ecological risk assessment of soils around three typical antimony mining areas and watersheds in China. Frontiers in Environmental Science, 10. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.913293

[18] https://finance.yahoo.com/news/global-antimony-market-report-2023-233000877.html

- في عام 2022، شكّل إنتاج الصين بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية 55٪ من إنتاج مناجم الأنتيمون حول العالم. توزّع الإنتاج العالمي لأول ثلاثة بلدان كالتالي: الصين 60,000 طن متري، روسيا 20,000 طن متري، كازاخستان 17,000 طن متري[19].

- في عام 2021، صدّرت الصين بقيمة 117 مليون دولار من الأنتيمون مما يجعلها ثاني أكبر مصدر للأنتيمون في العالم. في ما يلي ترتيب أبرز المستوردين للأنتيمون الصيني: اليابان (23.3 مليون دولار) والولايات المتحدة (22.1 مليون دولار) وهولندا (18.2 مليون دولار) وكوريا الجنوبية (15.7 مليون دولار) وبلجيكا (7.47 مليون دولار)[20].

باريت "باريوم" Barium Barite

- يُعتبر الباريت (كبريتات الباريوم BaSO4) مادة حيوية لصناعة النفط والغاز لأنه مكوّن رئيسي للطين المستخدم في حفر آبار النفط والغاز[21].

- يتميّز الباريت بالكثافة العالية واللّيونة والخمول الكيميائي ما يجعله مناسبًا بشكل استثنائي في صناعة الزجاج والسيراميك كما أنه يُستخدم كمادّة مضافة في صناعة الدهانات والبلاستيك والمطّاط ومشاعل إشارات السير ومصلبات الفولاذ ومنتجات أخرى. يُعتبر أيضًا مادّة أوّليّة للتصنيع الكيميائي والحماية من الأشعّة السينيّة X-ray وأشعّة Gamma[22].

- في الولايات المتحدة، يُنتج الباريت بشكل أساسي من المناجم في نيفادا وفي عام 2011 تمّ استيراد نحو 78 بالمئة من واردات السوق المحلّي الأميركي من الباريت من الصين[23].

---

[19] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.
https://shorturl.at/eBOo4

[20] Antimony in China | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity.
https://oec.world/en/profile/bilateral-product/antimony/reporter/chn

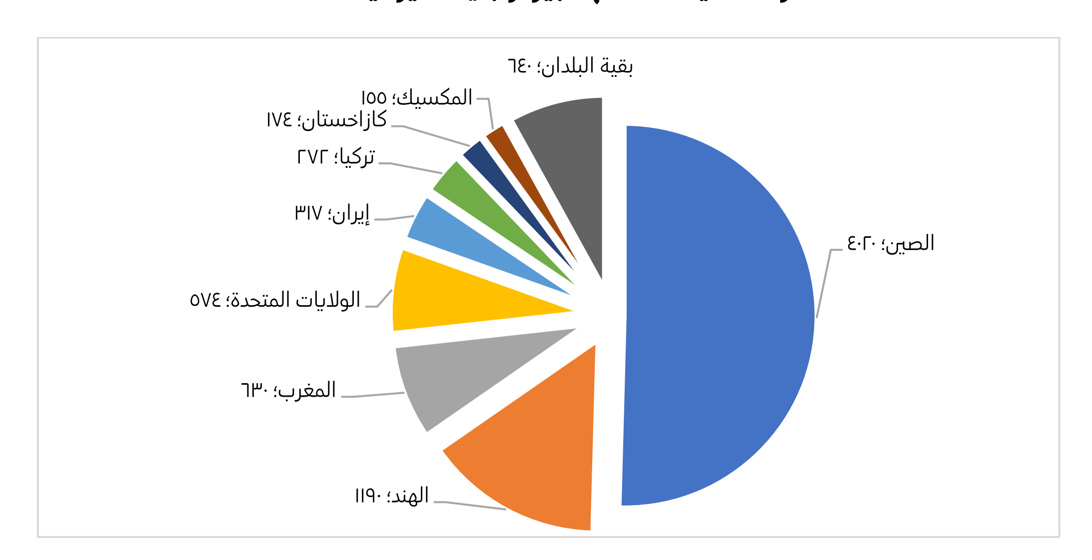
[21] Johnson, C.A., Piatak, N.M., and Miller, M.M., 2017, Barite (Barium), chap. D *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. D1– D18,
http://dx.doi.org/10.3133/pp1802D.

[22] Hanusa, T. P. (1998, July 20). Barium | Uses, Compounds, & Facts. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/barium

[23] King, H. M. (n.d.). Barite Mineral | Uses and Properties.
https://geology.com/minerals/barite.shtml

- تواجه عملية إنتاج الباريت مشكلة ارتفاع كلفة الإنتاج، لذلك أصبح المستهلكون معتمدين على الباريت منخفض التكلفة من الصين والهند اللّتين أنتجتا 65 في المئة من الإنتاج العالمي في عام 2011 وقد شهدت الأسعار ارتفاعًا كبيرًا خلال السنوات الماضية.
- تتوسّع أعمال الاستكشاف والتطوير لإنتاج الباريت في بلدان مثل كازاخستان وليبيريا والمكسيك وزيمبابوي.
- بلغ متوسّط الإنتاج العالمي بين الأعوام 2007 و2012 نحو 7.97 مليون طن متري سنويًا حيث احتلّت الصين المرتبة الأولى والهند الثانية والمغرب الثالثة والولايات المتحدة الرابعة. تباينت التّقديرات بشأن الموارد المشخّصة من الباريت لكنّ جميعها يشير إلى أن الكمّيات المتاحة للتعدين كبيرة جدًا[24].

الرسم البياني رقم 1: متوسط إنتاج الباريت السنوي بين أعوام 2007 و2011 بحسب البلد والكمّية بالكيلو طن متري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2023، بقيت الصين مهيمنة على سوق الباريت العالمي (حوالي 44٪ من إجمالي الإنتاج العالمي) تليها الهند والمغرب والولايات المتحدة الأميركية. ألمانيا والمملكة المتحدة هما المنتجان

---

24 https://finance.yahoo.com/news/global-antimony-market-report-2023-233000877.html

الأوروبيان الرئيسيان. من المتوقّع أن تستمر الصين والهند في كونهما أكبر مورّدي الباريت في العالم[25].

- في عام 2022، بلغ مجموع صادرات الصين من كبريتات الباريوم الطبيعي (باريت) نحو 133 مليون دولار فيما كانت أهمّ وجهات التصدير كالتالي: الولايات المتحدة الأميركية (41 مليون دولار أميركي) بنسبة 31٪، هولندا (24 مليون دولار أميركي) بنسبة 18.4٪، كوريا الجنوبية (8.32 مليون دولار أميركي) بنسبة 8.32٪، اليابان (8.08 مليون دولار أميركي) بنسبة 6.07٪، إندونيسيا (7.17 مليون دولار أميركي) بنسبة 5.38٪[26].

البريليوم Beryllium

- البريليوم سلعة معدنية تشبه خصائصه الكيميائية الألمنيوم. يُستخدم في مجموعة متنوّعة من الصناعات الحديثة بحيث لا يمكن الاستغناء عنه في العديد من المنتجات الصناعية الهامة في مجالات الطيران والكمبيوتر والدفاع والطبّ والاتصالات وفي المجال النوويّ[27].

- يدخل معدن البريليوم عالي النقاء في الصناعات العسكرية الاستراتيجية حيث يستخدم في صناعة أغطية لأنظمة الاستهداف البصري والتصوير والمراقبة في المروحيات والأنظمة الجوّية غير المأهولة وأنظمة دفاع صاروخي وأسلحة موجّهة خاصة بالدبابات. يُعتبر معدن البريليوم أيضًا جزءًا لا يتجزّأ من المعدّات المحمولة جوًا المستخدمة للكشف عن العبوات الناسفة والألغام التكتيكية وتدميرها[28].

- تم تصنيف معدن البريليوم عالي النقاء على أنه مادّة إستراتيجية وحاسمة من قِبل مجلس حماية الموادّ الإستراتيجية التابع لوزارة الدفاع الأميركية. من الضروري وجود معدنين هما البرترانديت والبريل لضمان إمداد مستقرّ من معدن البريليوم عالي النقاء والسبائك وسيراميك أكسيد البريليوم. على الرغم من أن البرترانديت هو المصدر المعدني لأكثر من 90 في المئة من

---

[25] Barite: 2023 World Market Review and Forecast to 2032. (n.d.).
https://mcgroup.co.uk/researches/barite

[26] TrendEconomy.com (2022),
https://shorturl.at/fgSTY

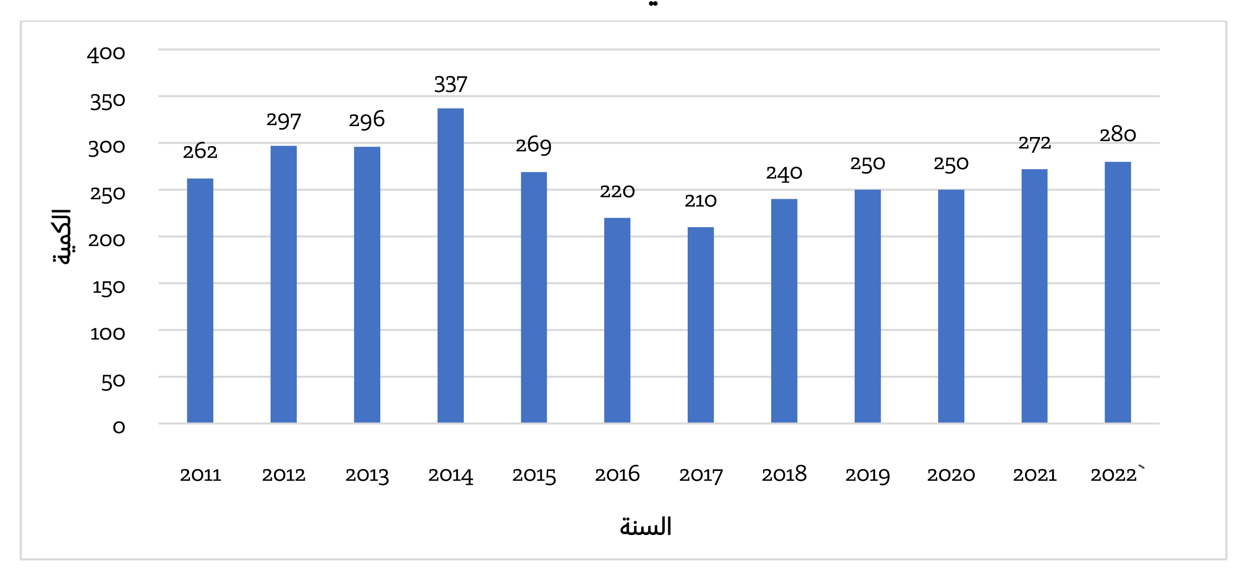
[27] Hanusa, T. P. (2023, July 28). Beryllium | Properties, Uses, & Facts. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/beryllium

[28] Foley, N.K., Jaskula, B.W., Piatak, N.M., and Schulte, R.F., 2017, Beryllium, chap. E *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. E1– E32, http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802E.

البريليوم المنتج عالميًا فإنّ البريل الصّناعي ضروري لإنتاج معدن البريليوم عالي النقاء اللاّزم لبعض التطبيقات الإستراتيجية[29].

➢ تُعتبر الصين منتجًا مهمًّا للبريليوم لكنّها لا تبلّغ عن إنتاجها. كذلك يُنتج البريل بشكل أساسي من البرازيل ومدغشقر وموزمبيق والبرتغال. الولايات المتحدة هي واحدة من ثلاث دول فقط تقوم حاليًا بمعالجة خامات البريليوم وتزوّد بقيّة العالم به. قُدّرت الموارد التي تمّ تحديدها من البريليوم في جميع أنحاء العالم بأكثر من 80 ألف طنٍّ متري يتوفّر حوالي 65 في المئة منها في الولايات المتحدة (البرترانيت)[30].

الرسم البياني رقم 2: إنتاج البريليوم في جميع أنحاء العالم من 2011 إلى 2022 (بالأطنان المترية) بحسب موقع ستاتيستا[31]



➢ في عام 2021، تصدّرت الولايات المتحدة الإنتاج العالمي بواقع 170 طنًا متريًا تليها الصين التي أنتجت 70 طنًا متريًا وحلّت البرازيل ثالثة حيث بلغ إنتاجها 3 أطنان مترية[32].

---

[29] Barite: 2023 World Market Review and Forecast to 2032. (n.d.-b). https://mcgroup.co.uk/researches/barite

[30] المصدر نفسه.

[31] Statista. (2023, March 2). Global beryllium production 2011-2022. https://shorturl.at/IJOW8

[32] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022. https://shorturl.at/rBJUX

- في عام 2022، تصدّرت كندا قائمة الدول المستوردة للبيريليوم من الولايات المتحدة (13.3 طن)[33].

- في عام 2021، كانت سنغافورة أكبر مستوردي البريليوم وموادّه (9.02 مليون دولار) تلتها روسيا (6.26 مليون دولار) وألمانيا (4.09 مليون دولار) وفرنسا (2.71 مليون دولار)[34].

الكوبالت Cobalt

- الكوبالت معدن مهمّ من الناحية التكنولوجية. لونه فضيّ إلى رمادي وله خصائص عديدة منها المغناطيسية والصلابة ومقاومة التآكل عند خلطه مع معادن أخرى والتوصيل الحراري والكهربائي المنخفض ونقطة انصهار عالية. يدخل في العديد من الصناعات الحديثة حيث يستخدم في صناعة كاثودات البطّاريات القابلة لإعادة الشحن وفي صناعة محرّكات الطائرات النفّاثة وغيرها من الصناعات الحديثة[35].

- بلغ الاستهلاك العالمي السنوي من الكوبالت حوالي 75 ألف طن متري في عام 2011 وكانت الصين واليابان والولايات المتحدة أكبر ثلاث دول مستهلكة للكوبالت[36].

- كانت جمهورية الكونغو الديمقراطية في عام 2011 المصدّر الرئيسي لاستخراج الكوبالت على مستوى العالم (55 في المئة من الإنتاج العالمي)[37].

- من المصادر المهمّة الأخرى للكوبالت في العالم إندونيسيا وروسيا وأستراليا وكندا والفلبين وغينيا الجديدة[38].

---

[33] Beryllium; waste and scrap - United States - Report – Index Box Platform. (n.d.). https://app.indexbox.io/report/811213/840/?_gl=1`s80f1n`_ga`MTYyNjIzNzUxOC4xNjkyMTE0NTc4`_ga_6KCVGEDSJE`MTY5MjExNDU3OC4xLjEuMTY5MjExNDg0OC4wLjAuMA..

[34] Beryllium, articles thereof, nes | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/beryllium-articles-thereof-nes

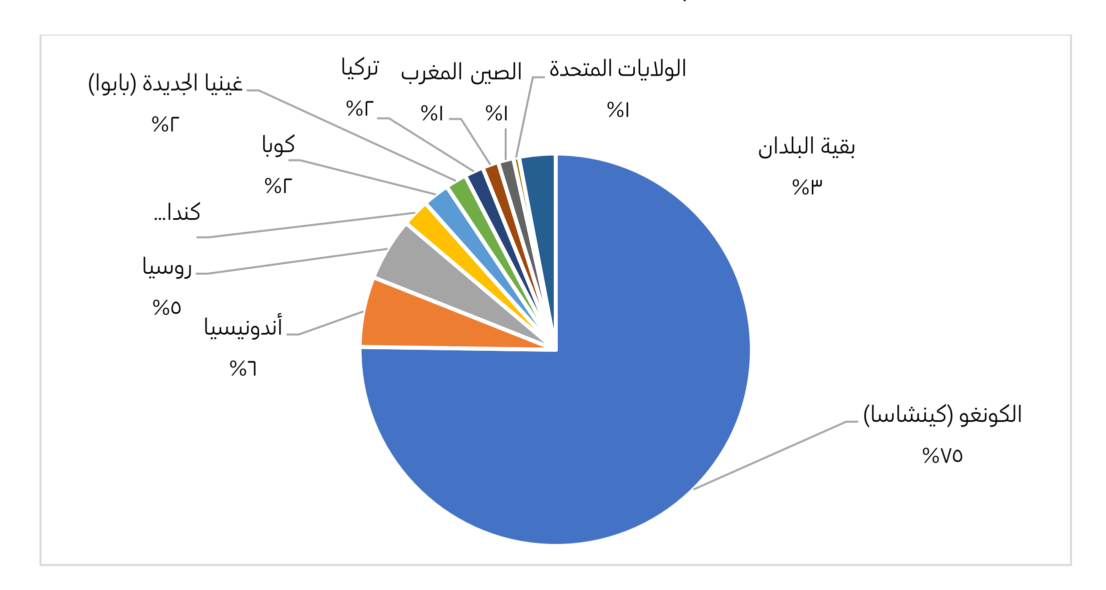
[35] The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023, August 14). Cobalt | Uses, Properties, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/cobalt-chemical-element

[36] Slack, J.F., Kimball, B.E., and Shedd, K.B., 2017, Cobalt, chap. F *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. F1– F40, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802F.

[37] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022. https://shorturl.at/rBJUX

[38] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/foHY3

الرسم البياني رقم 3: النسبة المئوية لإنتاج الكوبالت في العالم من المناجم بحسب البلد في عام 2022 وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- تعتمد الولايات المتحدة بشكل كبير على الواردات لتلبية احتياجاتها من الكوبالت واستوردت خلال السنوات الأخيرة من 75 إلى 80 بالمئة من احتياجاتها فيما تؤمّن من 20 إلى 25 بالمئة المتبقية من إعادة التدوير. المصدّر الرئيسي للكوبالت المكرّر في الولايات المتحدة هو الصين[39].
- في عام 2022، استمرّت الكونغو (كينشاسا) في كونها أكبر مصدّر للكوبالت بحوالي 70 بالمئة من الإنتاج العالمي[40].
- تملك الصين منشأة ضخمة لتكرير الكوبالت حيث تتكوّن غالبية إنتاجها من خامات الكوبالت والمركّزات والموادّ المكرّرة جزئيًا المستوردة من الكونغو (كينشاسا). احتلّت الصين في العام 2022 المرتبة الأولى عالميًا على صعيد الدول المنتجة للكوبالت المكرّر وتشير الأرقام إلى أنها أكبر مستهلك للكوبالت في العالم حيث يُستخدم في صناعة البطّاريات القابلة لإعادة الشحن حوالي 80 بالمئة من الاستهلاك الصيني[41].

---

[39] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022.
https://shorturl.at/rBJUX

[40] DR Congo: Cobalt production 2010-2022 | Statista. (2023, March 1). Statista.
https://www.statista.com/statistics/339834/mine-production-of-cobalt-in-dr-congo/#:~:text=In%202022%2C%20mine%20production%20of,cobalt%20mine%20production%20in%202022.

[41] المصدر نفسه.

- في عام 2021، بلغت صادرات جمهورية الكونغو الديمقراطية ما مجموعه 16.7 مليار دولار وكانت الصين الوجهة الأولى لصادرات الكوبالت (11.3 مليار دولار) تلتها الإمارات العربية المتحدة (1.13 مليار دولار) وكوريا الجنوبية (822 مليون دولار)[42].

فلور Fluorine

- الفلور (F) هو العنصر الكيميائي الأكثر تفاعلًا والأخفّ وزنًا في عناصر الهالوجين. من أهمّ خصائصه الكيميائية قدرته الفائقة على جذب الإلكترونات وصغر حجم ذرّاته[43].

- تدخل مُركّبات الفلورين في إنتاج فلوريد الهيدروجين أو حمض الهيدروفلوريك الذي يستخدم كمادّة وسيطة للعديد من المركّبات الكيميائية العضوية وغير العضوية. الفلورسبار هو الاسم التجاري للفلوريت (CaF2) - وهو معدن الفلور الذي يتم استخراجه على نطاق واسع – يدخل في إنتاج البنزين عالي الأوكتان وفي تركيز اليورانيوم وفي حفر الزجاج وتخليل المعادن ومعالجة آبار النفط والغاز وفي صناعة الإلكترونيات، ويدخل في تركيب الكيماويات الزراعية والمعادن وغسول الفم ومعجون الأسنان والمستحضرات الصيدلانية والموادّ الحافظة للأخشاب[44].

- يُستخدم هذا العنصر أيضًا لصنع سادس فلوريد اليورانيوم الذي تحتاج إليه صناعة الطاقة النووّية لفصل نظائر اليورانيوم. يدخل الفلور في العديد من الموادّ الكيميائية الفلورية بما في ذلك المذيّبات والموادّ البلاستيكية عالية الحرارة مثل التفلون وصناعة عوازل الكابلات وفي صناعة الأحذية والملابس المقاومة للماء[45].

- كانت الولايات المتحدة أكبر منتج للفلورسبار في العالم حتى منتصف الخمسينيات من القرن الماضي. في منتصف السبعينيات، بدأت صناعة تعدين الفلورسبار الأميركية في التدهور بسبب المنافسة الأجنبية. بحلول عام 1982 لم يتبقّ سوى منتج أميركي واحد فقط وتوقّفت تلك الشركة عن التعدين في عام 1996. قبيل بداية العام 2013، تمّ افتتاح وتشخيص العديد من مناجم الفلور

---

[42] The Observatory of Economic Complexity: https://oec.world/en/profile/country/cod

[43] Christe, K., & Schneider, S. (2023, July 28). Fluorine | Uses, Properties, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/fluorine

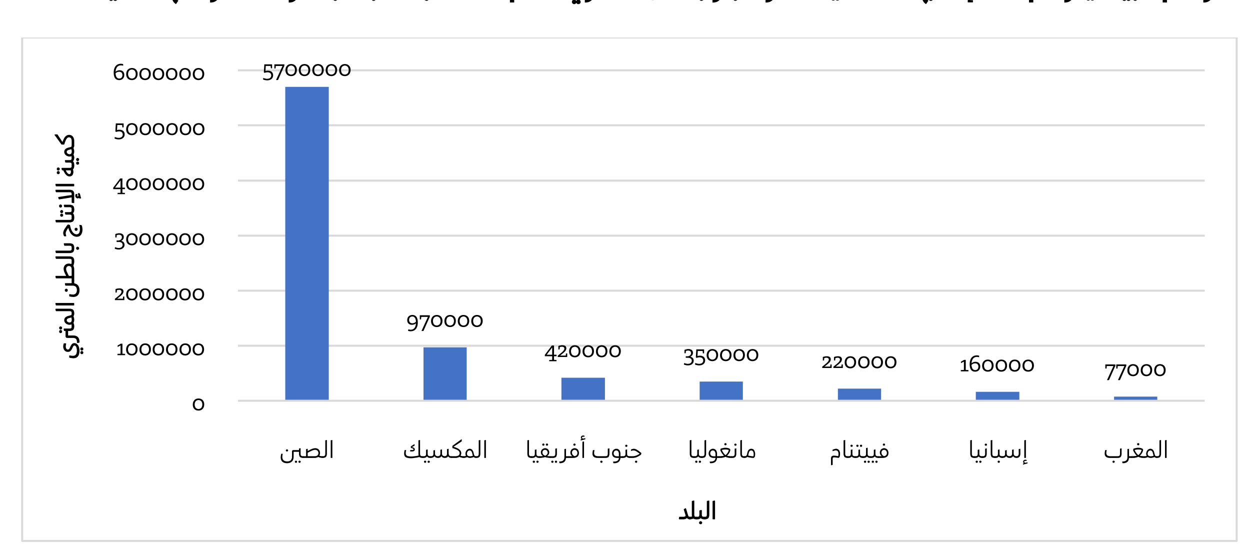
[44] Hayes, T.S., Miller, M.M., Orris, G.J., and Piatak, N.M., 2017, Fluorine, chap. G *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. G1– G80, http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802G.

[45] Fluorine - Element information, properties and uses | Periodic Table. (n.d.). https://www.rsc.org/periodic-table/element/9/fluorine

الجديدة في شمال فيتنام وكندا والصين وجنوب إفريقيا وأستراليا والولايات المتحدة والنرويج والسويد[46].

- في عام 2022، تصدّرت الصين الدول المنتجة للفلوسبار تلتها المكسيك ثم جنوب إفريقيا كما يظهر في الرسم البياني التالي[47]:

الرسم البياني رقم 4: الإنتاج العالمي للفلوسبار بالطن المتري لعام 2022 بحسب البلد وفق موقع ستاتيكا



- في عام 2021، صدّرت الصين من الفلوسبار بقيمة 66.4 مليون دولار مما جعلها ثالث أكبر مصدّر على مستوى العالم حيث يذهب جزء من إنتاجها لتلبية الاحتياجات المحلّية. الوجهة الرئيسية لصادرات الفلورسبار الصينية هي: إندونيسيا (22.6 مليون دولار)، اليابان (9.84 مليون دولار)، هولندا (9.78 مليون دولار)، كوريا الجنوبية (5.15 مليون دولار)[48].

[46] المصدر نفسه.

[47] Statista. (2023a, February 27). Global fluorspar production 2022, by country. https://www.statista.com/statistics/1051717/global-fluorspar-production-by-country/

[48] FluorSpar, China | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/bilateral-product/fluorspar-97-calcium-fluoride/reporter/chn

غاليوم Gallium

- الغاليوم عنصر معدني فضيّ ناعم برقم ذرّي 31 والرمز الكيميائي Ga. يُستخدم الغاليوم في مجموعة متنوّعة من المنتجات التي تحتوي على مكوّنات إلكترونية دقيقة تحتوي إما على زرنيخيد الغاليوم (GaAs)أو نيتريد الغاليوم (GaN) [49].

- زرنيخيد الغاليوم (GaAs) قادر على تحويل الكهرباء مباشرة إلى ضوء ليزر ويستخدم في تصنيع الأجهزة الإلكترونية الضوئية والصمامات الثنائية الباعثة للضوء [LED] وأجهزة الكشف عن الصور والخلايا الشمسية التي تعتبر مهمّة لتطبيقات الفضاء والاتصالات السلكية واللاسلكية والمعدّات الصناعية والطبية. يُستخدم GaAs أيضًا في صناعة أشباه الموصلات والترانزستورات الخاصة بتطبيقات الدفاع وأجهزة الكمبيوتر عالية الأداء والهواتف الذّكيّة[50].

- من المتوقّع أن تزداد أهمّية الغاليوم نظرًا للتقدّم المستمرّ في صناعة الرقائق حيث يرى الخبراء أنّ الرقائق القائمة على الغاليوم يمكن أن تتيح تجاوز تلك المصنوعة بواسطة السيليكون الأمر الذي يدفع نحو نموّ سنوي بنسبة 25 بالمئة للرقائق المصنوعة من الغاليوم (GaN) وذلك حتى عام 2030 [51].

- في عام 2012، قُدّر الإنتاج العالمي من الغاليوم الأولي بنحو 273 طنًا متريًا وكانت الصين وألمانيا وكازاخستان وأوكرانيا البلدان المنتجة الرئيسية. وتنتج المجر واليابان وكوريا الجنوبية وروسيا الغاليوم كمّيات أقلّ. يتمّ أيضًا إنتاج الغاليوم المكرّر وقدّر إنتاجه عام 2012 بحوالي 81 طنًّا متريًا أنتجتها الصين واليابان والمملكة المتحدة والولايات المتحدة من خلال إعادة التدوير[52].

---

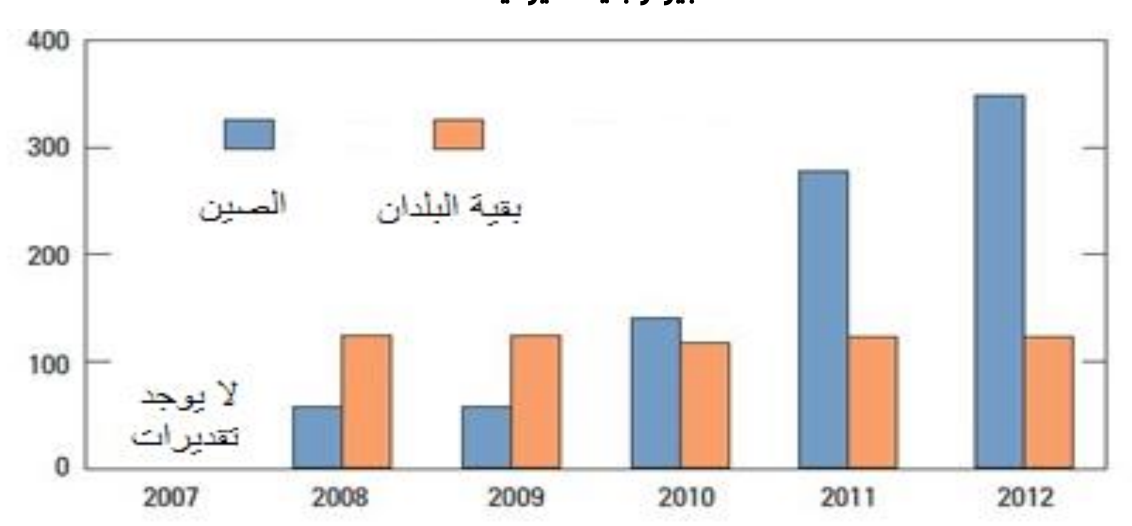
[49] The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023a, August 2). Gallium | Uses, Properties, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/gallium

[50] Foley, N.K., Jaskula, B.W., Kimball, B.E., and Schulte, R.F., 2017, Gallium, chap. H *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environ-mental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. H1– H35, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802H.

[51] Powers-Riggs, M. P. F. B. H. A. (n.d.-b). Mineral Monopoly: China's Control over Gallium Is a National Security Threat. https://features.csis.org/hiddenreach/china-critical-mineral-gallium/

[52] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/zJPQ3

الرسم البياني رقم 5: تقديرات إنتاج الغاليوم الأولي بين الأعوام 2007 و2012 بالطن المتري بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2022، استحوذت الصين على 98٪ من الإنتاج العالمي للغاليوم بحسب إحصائية لهيئة المسح الجيولوجي الأميركية[53].
- في ظلّ محاولات واشنطن لمحاصرة بكين تكنولوجيًا، لجأت الأخيرة إلى فرض قيود على تصدير الغاليوم[54] ومعادن أخرى وأصبح القرار ساريًا بدءًا من مطلع آب / أغسطس 2023 الأمر الذي ترى فيه واشنطن تهديدًا لأمنها القومي[55].
- اليابان والولايات المتحدة هما الدولتان المستهلكتان الرئيسيتان للغاليوم. من المتوقّع أن تفي الولايات المتحدة باحتياجاتها الحاليّة والمستقبلية المتوقّعة من الغاليوم من خلال واردات الغاليوم المعاد تدويره والمكرّر ومن الإنتاج المحلّي[56].

---

[53] المصدر نفسه.

[54] Reuters. (2023, August 1). China gallium, germanium export curbs kick in; wait for permits starts. https://www.reuters.com/markets/commodities/chinas-controls-take-effect-wait-gallium-germanium-export-permits-begins-2023-08-01/

[55] "أسلحتكم ستصبح خردة... قصة معدني الغاليوم والجرمانيوم اللذين قيدت الصين تصديرهما وكيف ستتأثر أمريكا؟". عربي بوست https://shorturl.at/fvMR2

[56] Foley, N.K., Jaskula, B.W., Kimball, B.E., and Schulte, R.F., 2017, Gallium, chap. H *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environ-mental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. H1– H35, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802H.

الجرمانيوم والإنديوم Germanium and Indium

- يتمّ الجمع بين الجرمانيوم والإنديوم معًا نظرًا لتشابه استخداماتهما التقنية. يعتبران من المعادن النادرة ولا يوجدان كعنصرين منفردين أو في معادن مستقلّة وإنما يعتبران من مشتقّات كبريتيدات النحاس والزنك والرصاص[57].
- يستخدمان في صناعة الأجهزة الإلكترونية وشاشات العرض المسطّحة وأجهزة الرؤية الليلية والألياف الضوئية وأنظمة العدسات الضوئية وألواح الطاقة الشمسية[58].
- لم يصبح الجرمانيوم ذا أهمّية اقتصادية إلا بعد عام 1945 عندما تمّ الاعتراف بخصائصه كأشباه موصلات على أنها ذات قيمة في صناعة الإلكترونيات. تُستخدم العديد من الموادّ الأخرى الآن أيضًا كأشباه موصلات، ولكن يظلّ الجرمانيوم ذا أهمّية أساسية في تصنيع الترانزستورات ومكوّنات الأجهزة مثل الخلايا الضوئية[59].
- فرضت الصين قيودًا على تصدير الجرمانيوم بدءًا من الأول من آب / أغسطس 2023 مبرّرة الخطوة بضرورات لحماية الأمن القومي الصيني[60].
- قُدّر إجمالي إنتاج العالم من الجرمانيوم في عام 2011 بحوالي 118 طنًا متريًا. يشتمل هذا الإجمالي على الجرمانيوم المستعاد من مركّزات الزنك ومن بقايا الرماد المتطاير من حرق الفحم ومن الموادّ المعاد تدويرها. يُستخرج الجرمانيوم الأوّلي في كندا من مركّزات الزنك المشحونة من الولايات المتحدة فيما تنتجه الصين من مخلفات الزنك والفحم من مصادر متعدّدة، وفنلندا من مركّزات الزنك المستورد من جمهورية الكونغو الديمقراطية وفي روسيا من الفحم[61].

---

[57] The Editors of Encyclopaedia Britannica. (1998, July 20). Indium | Properties, Uses & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/indium

[58] Shanks, W.C.P., III, Kimball, B.E., Tolcin, A.C., and Guberman, D.E., 2017, Germanium and indium, chap. I *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. I1– I26, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802I.

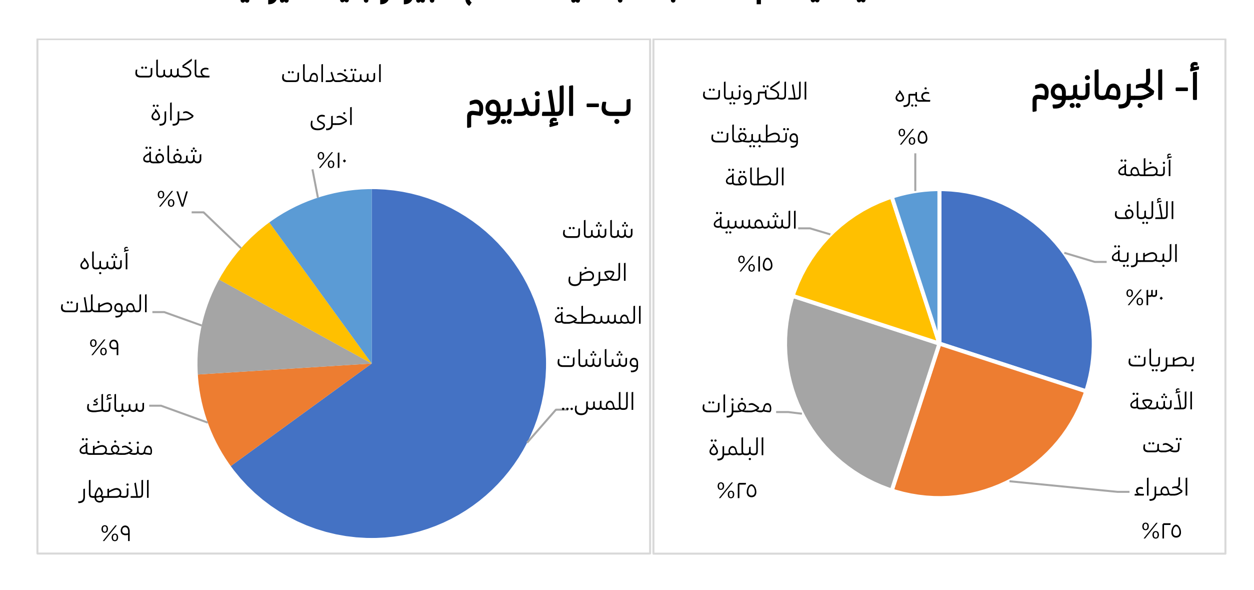
[59] The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2023b, August 2). Germanium | Properties, Uses, & Facts. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/germanium

[60] Reuters. (2023a, July 7). What are Gallium and Germanium and which countries are producers?
https://shorturl.at/dsETo

[61] "أسلحتكم ستصبح خردة... قصة معدني الغاليوم والجرمانيوم اللذين قيّدت الصين تصديرهما وكيف ستتأثر أمريكا؟". عربي بوست.
https://shorturl.at/fvMR2

- في عام 2011، قُدّر الإنتاج العالمي من معدن الإنديوم بحوالي 723 طنًا متريًا تم إنتاج أكثر من نصفها في الصين. ومن بين المنتجين الرئيسيين الآخرين بلجيكا وكندا واليابان وكوريا الجنوبية. شكّلت هذه البلدان الخمسة ما يقرب من 95 في المئة من إنتاج الإنديوم الأولي.
- ينتج عن المراحل المتعدّدة من عملية إنتاج الجرمانيوم مركّبات ومعادن الجرمانيوم المصمّمة لتطبيقات محدّدة. يعالّج الجرمانيوم المركّز بالكلور ويُقطَّر لتشكيل أول منتج قابل للاستخدام في عملية التكرير وهو سائل رابع كلوريد الجرمانيوم ($GeCl_4$) الذي يستخدم في إنتاج كابلات الألياف الضوئية.

الرسم البياني رقم 6: توزيع النسب المئوية للاستخدامات النهائية الرئيسية للجرمانيوم والإنديوم بالنسبة للاستهلاك العالمي في عام 2012 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



جدول رقم 3: متوسط الإنتاج السنوي المقدّر من الجرمانيوم والإنديوم بحسب البلد لعامي 2011 و 2012 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية

البلد	إنتاج المصافي (طن متري)	
	2011	2012
جيرمانيوم		
الصين	80	105
روسيا	5	5
الولايات المتحدة	3	تم حجب البيانات
البلدان الأخرى	30	40
الإجمالي العالمي	118	150

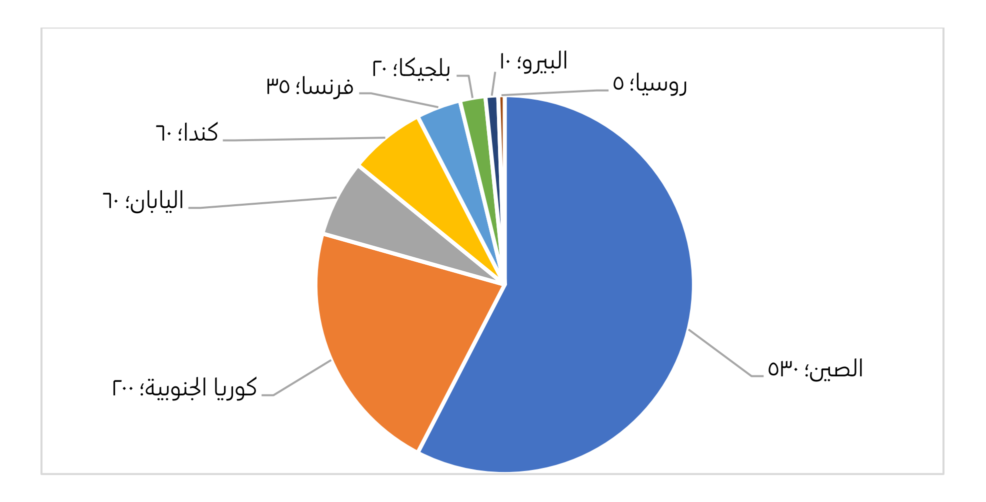
إنديوم		
الصين	380	405
كوريا الجنوبية	70	165
اليابان	70	71
كندا	75	62
بلجيكا	30	30
روسيا	5	13
البرازيل	5	غير متوفّر
الولايات المتحدة	غير متوفّر	غير متوفّر
البيرو	غير متوفّر	11
البلدان الأخرى	27	25
الإجمالي العالمي	662	782

- باتت سياسة التكتم عن حجم إنتاج الكثير من المعادن النادرة ومنها الجرمانيوم نهجًا تتبعه العديد من الدول ما يصعّب الحصول على أرقام دقيقة حولها لكن المتوفّر منها يشير إلى أن الصين كانت في عام 2022 منتجًا ومصدّرًا عالميًا رائدًا للجرمانيوم حيث بلغت صادراتها من الجرمانيوم غير المشغول ومساحيق الجرمانيوم ونفايات الجرمانيوم والخردة 23,100 كيلوغرام. أكثر من 90 بالمئة من الصادرات كانت وجهتها بحسب الترتيب إلى ألمانيا وهونغ كونغ واليابان وبلجيكا والولايات المتحدة وروسيا[62].
- تصدّرت الصين إنتاج الإنديوم في عام 2021 تليها كوريا الجنوبية ثم اليابان كما يظهر في الرسم التالي[63]:

[62] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023 .https://shorturl.at/ceAJP

[63] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022 .https://shorturl.at/bcAO8

الرسم البياني رقم 7: ترتيب الإنتاج العالمي من الإنديوم لعام 2021 بالطن المتري بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2022، كانت الصين المنتج والمصدّر الرئيسي للإنديوم على مستوى العالم حيث بلغت صادراتها في الأشهر الثمانية الأولى من العام 421 طنًا من الإنديوم بزيادة قدرها 13٪ مقارنة بالصادرات في الفترة نفسها من العام السابق. ترتيب المستوردين هو كالآتي: كوريا الجنوبية 55٪؛ سنغافورة 14٪؛ وهونغ كونغ 12٪[64].

الغرافيت Graphite

- الجرافيت ويسمى أيضًا الرصاص الأسود وهو معدن يتكوّن من الكربون النقي ويكون على شكل رقائق وكتل بلورية سوداء[65].
- له خصائص مهمّة مثل الخمول الكيميائي والاستقرار الحراري وموصل للكهرباء ويتميّز بالانزلاق ما يجعله مناسبًا للعديد من التطبيقات الصناعية بما في ذلك الإلكترونيات وموادّ التشحيم والمعادن وصناعة الفولاذ. تستخدم الصناعات التكنولوجية وتطبيقات صناعة الصّلب والحراريّات كمّيات كبيرة من الغرافيت مما يزيد الطلب العالمي[66] بشكل كبير.

---

[64] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.
https://shorturl.at/loCTW

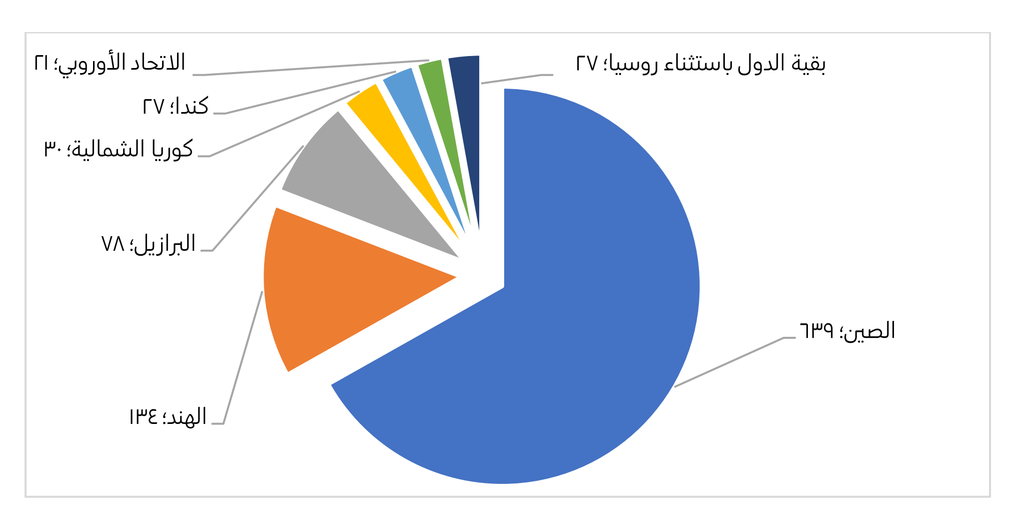
[65] The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023a, July 11). Graphite | Properties, Uses, Structure. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/graphite-carbon

[66] Robinson, G.R., Jr., Hammarstrom, J.M., and Olson, D.W., 2017, Graphite, chap. J *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. J1– J24, http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802J.

- تملك الصين احتياطات كبيرة من الغرافيت الطبيعي وهي توفّر ما يقرب من 67 في المئة من الإنتاج العالمي ما يجعلها مهيمنة على التّصدير ويعطيها القدرة على تحديد الأسعار العالمية ومن المتوقّع أن تظلّ الصين المصدّر المهيمن في المستقبل القريب. تنتج البرازيل والهند كمّيات كبيرة من الغرافيت فيما تستورد الولايات المتحدة احتياجاتها من المكسيك وكندا وهي تملك احتياطات صغيرة جدًا من الغرافيت الطبيعي ويقتصر إنتاجها على الغرافيت الاصطناعي[67].



الرسم البياني رقم 8: متوسّط إنتاج الغرافيت الطبيعي السنوي بين أعوام 2006 و2010 بحسب البلد (بالكيلو طن وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، أنتجت الصين 820 كيلو طن من الغرافيت، تبعتها البرازيل بـ 68 كيلو طن ثم الموزمبيق بـ 30 كيلو طن وروسيا بـ 27 كيلو طن[68].

- في عام 2020، كانت الصين المصدّر الأول للغرافيت على مستوى العالم حيث بلغت قيمة الصادرات 308.6 مليون دولار أميركي. استوردت دول شرق آسيا بقيمة تتجاوز 102.1 مليون دولار أميركي من الغرافيت في العام نفسه. كانت كوريا الجنوبية البلد الأكثر استيرادًا للغرافيت فيما احتلّت اليابان المرتبة الثانية[69].

---

[67] المصدر السابق.

[68] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022 .

https://shorturl.at/nBO59

[69] Statista. (2023d, August 8). Import value of natural graphite worldwide in 2020, by country.

https://www.statista.com/statistics/1296355/global-natural-graphite-import-value-by-country/

الليثيوم Lithium

- حتى تسعينيات القرن الماضي، كان الإنتاج الأميركي لليثيوم من الرواسب المعدنية يهيمن على السوق ولكن مع حلول القرن الواحد والعشرين أصبح معظم الإنتاج يأتي من مصادر غير أميركية[70].

- الطريقة الأكثر فعالية من حيث التكلفة لإنتاج الليثيوم هي تعدين المحاليل الملحية التي تُستخرج من باطن الأرض، أما الطريقة الثانية فتقوم على تعدين صخور صلبة (خامات البغماتيت الغرانيتية). يستخدم الليثيوم الأخفّ من بين جميع المعادن في صناعة البطاريات والسيراميك والزجاج والمعادن والأدوية ومعالجة الهواء. تُعدّ بطاريات الليثيوم أيون القابلة لإعادة الشحن مهمّة بشكل خاص بالنسبة للجهود المبذولة للحدّ من ظاهرة الاحتباس الحراري لأنّها تجعل من الممكن تشغيل السيارات والشاحنات من مصادر الطاقة المتجدّدة بدلًا من حرق الوقود الأحفوري[71].

- المنتج الرئيسي لليثيوم من المحاليل الملحيّة هو تشيلي كذلك تساهم الأرجنتين والصين والولايات المتحدة في إنتاجه. وتعتبر أستراليا المنتج الرئيسي للّيثيوم من البغماتيت وتنتجه أيضًا كل من البرازيل والصين والبرتغال وزيمبابوي[72].

- تُقدّر الموارد العالمية من الليثيوم بأكثر من 39 مليون طن متري وهو ما يكفي لتلبية الطلب المتوقّع حتى عام 2100. تتوزّع أكبر احتياطيات الليثيوم في بوليفيا (21 مليون طن) والأرجنتين (17 مليون طن) وتشيلي (9 ملايين طن) والولايات المتحدة (6.8 مليون طن) وأستراليا (6.3 مليون طن) والصين (4.5 مليون طن)[73].

---

[70] Dye, J. L. (2023, August 9). Lithium | Definition, Properties, Use, & Facts. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/lithium-chemical-element

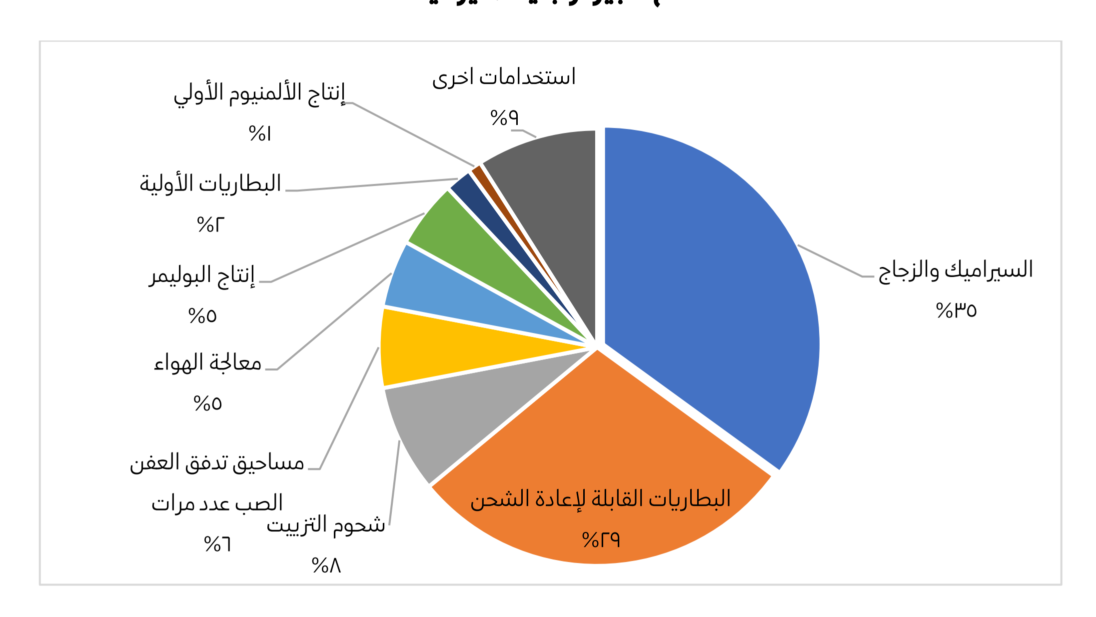
[71] Bradley, D.C., Stillings, L.L., Jaskula, B.W., Munk, LeeAnn, and McCauley, A.D., 2017, Lithium, chap. K *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. K1– K21, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802K.

[72] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.
https://shorturl.at/cmCY5

[73] EDDY Pump Corporation. (2022, May 10).
https://shorturl.at/dAF09

- في عام 2021، كانت الصين الأولى عالميًا في استيراد كربونات الليثيوم حيث استوردت بقيمة تتجاوز 582 مليون دولار أميركي، تلتها كوريا الجنوبية التي استوردت ما يقرب من 326 مليون دولار أميركي من كربونات الليثيوم[74].
- أعلنت إيران في مطلع شهر آذار / مارس 2023 اكتشاف مخزون ضخم من الليثيوم يقدّر بـ "8.5 مليون طن" في منجمين منفصلين بمحافظة همدان الواقعة إلى الجنوب الغربي من العاصمة طهران. ويمكن لإيران من خلال التخطيط المدروس لاستثمار هذا الثروة المعدنية أن تجعل من اقتصادها اقتصادًا عالميًا[75].

الرسم البياني رقم 9: الاستخدامات الرئيسية لليثيوم بالنسبة للاستهلاك العالمي في عام 2013 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- تبرز أستراليا وتشيلي كأكبر منتجين للّيثيوم حيث استحوذتا على 77 بالمئة من الإنتاج العالمي الذي بلغ عام 2022 نحو 130,000 طن[76].

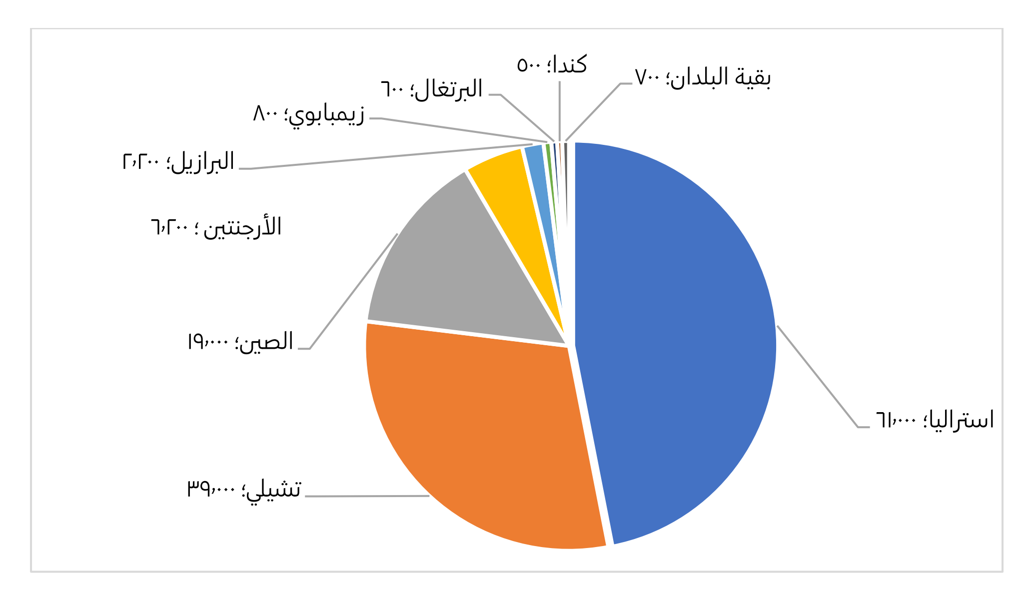
---

[74] Statista. (2023c, May 11). Global leading lithium carbonate importing countries 2021.
https://www.statista.com/statistics/1248447/leading-importers-of-lithium-carbonate/

[75] وكالة أنباء فارس، "اكتشاف إيران لمخزون ضخم من الليثيوم . . . ما أهميته ونتائجه؟"
https://shorturl.at/ryJUW

[76] Venditti, B. (2023, June 15). Visualizing the world's largest lithium producers. Visual Capitalist.
https://www.visualcapitalist.com/visualizing-the-worlds-largest-lithium-producers/


الرسم البياني رقم 10: الإنتاج العالمي من الليثيوم لعام 2022 بحسب البلد بالطن المتري



المنغنيز Manganese

- يحتلّ المنغنيز المرتبة الثانية بعد الحديد من حيث وفرته في قشرة الأرض كما أنه يشبه الحديد في خواصّه الفيزيائية والكيميائية[77].

- المنغنيز عنصر أساسي للمجتمعات الصناعية الحديثة وهو يدخل بشكل أساسي في صناعة الصلب حيث يستخدم كعامل تنقية في تكرير خام الحديد. على الرغم من أن كمّية المنغنيز المستهلكة لصنع طن من الفولاذ صغيرة تتراوح بين 6 و9 كيلوغرامات إلّا أنّها عنصر لا يمكن الاستغناء عنه في إنتاج هذه المادّة الأساسية[78].

- تبلغ الاحتياطيات العالمية من المنغنيز حوالي 630 مليون طن متري ويقدّر الاستهلاك العالمي السنوي بحوالي 16 مليون طن متري. الاحتياطيات الحالية كافية لتلبية الطلب العالمي لعدّة عقود. تحتوي منطقة كالاهاري في جنوب إفريقيا على 70 بالمئة من الموارد المحدّدة من المنغنيز في العالم وحوالي 25 بالمئة من احتياطيات هذا البلد. موارد المنغنيز في رواسب قاع البحر أكبر من

---

[77] The Editors of Encyclopedia Britannica. (1998b, July 20). Manganese | Uses, Facts, & Compounds. https://www.britannica.com/science/manganese

[78] Cannon, W.F., Kimball, B.E., and Corathers, L.A., 2017, Manganese, chap. L *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. L1– L28, http://dx.doi.org/10.3133/ pp1802L.

تلك الموجودة على الأرض ولم يتم قياسها بالكامل أو الإنتاج منها. ظهور التعدين الناجح اقتصاديًا في قاع البحر مستقبلًا يمكن أن يغيّر بشكل كبير السيناريو الحالي لإمدادات المنغنيز من خلال توفير مصدر جديد لهذا المعدن[79].

جدول رقم 4: تقديرات احتياطيات خام المنغنيز في العالم في عام 2012 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية

البلد	حجم الاحتياطيات / بالطن المتري	البلد	حجم الاحتياطيات / بالطن المتري
جنوب إفريقيا	150,000	الغابون	27,000
أوكرانيا	140,000	كازاخستان	5,000
البرازيل	110,000	المكسيك	5,000
أستراليا	97,000	الولايات المتحدة	لا يوجد
الهند	49,000	بورما	غير متوفر
الصين	44,000	ماليزيا	غير متوفر
المجموع العالمي		**630,000**	

- تعتمد الولايات المتحدة كلّيًا على الاستيراد ولا توجد لديها احتياطيات محلّية واحتمال انقطاع الإمدادات بسبب محدودية مصادر الخام يجعل المنغنيز من بين المعادن الأكثر أهمية للولايات المتحدة[80].
- كانت جنوب إفريقيا أكبر منتج في العالم للمنغنيز في عام 2021 فيما حلّت الغابون في المركز الثاني وأستراليا في المرتبة الثالثة[81].
- على صعيد الاستيراد، كانت كوريا الجنوبية أكبر مستورد للمنغنيز على مستوى العالم في عام 2021 تلتها اليابان ثم روسيا فالهند[82].

---

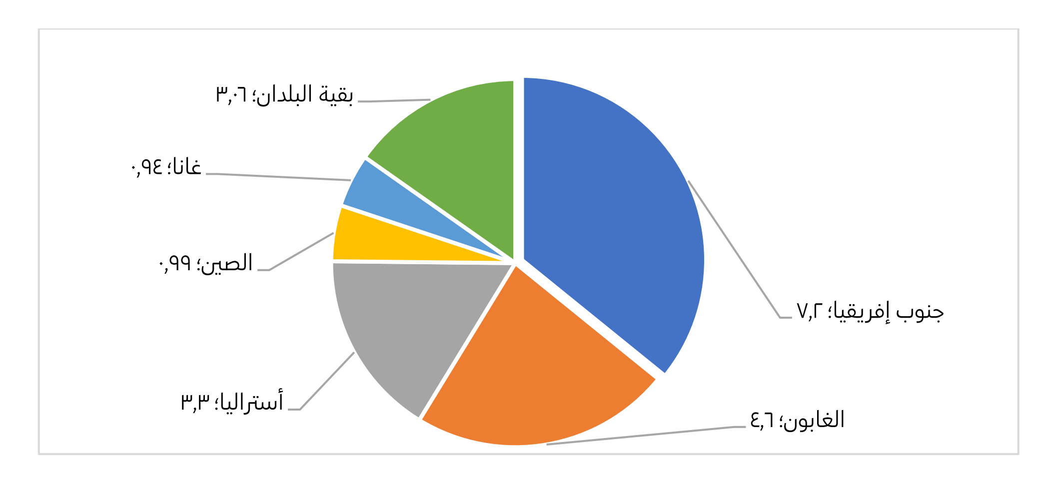
[79] المصدر السابق.

[80] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.
https://shorturl.at/bgIKZ

[81] Statista. (2023c, July 19). Global manganese mine production 2021, by country.
https://www.statista.com/statistics/1244066/global-manganese-production-volume-by-country/

[82] Manganese Market Outlook 2022 - 2026. (n.d.).
https://www.reportlinker.com/clp/global/90085

الرسم البياني رقم 11: توزيع إنتاج خام المنغنيز بحسب الدولة من الإجمالي العالمي لعام 2022 بالمليون طن بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



النيوبيوم والتنتالوم Niobium and Tantalum

- النيوبيوم والتنتالوم عبارة عن معادن انتقالية توجد دائمًا معًا في الطبيعة لأن لها خصائص فيزيائية وكيميائية متشابهة جدًا بحيث يصعب التمييز بينهما. يتميّز هذان المعدنان بالصلابة والتوصيل الكهربائي ومقاومة التآكل[83].
- يُستخدم النيوبيوم (حوالي 75 بالمئة من الإنتاج العالمي) في إنتاج سبائك الصلب عالية القوة المستخدمة في خطوط الأنابيب والبنية التحتية للنقل والهياكل ويدخل في صناعة الهواتف المحمولة ومحرّكات الأقراص الثابتة للكمبيوتر والأجهزة الطبّية القابلة للزّرع مثل أجهزة تنظيم ضربات القلب[84].
- يدخل التنتالوم في صناعة سبائك لتوربينات الغاز المستخدمة في صناعات الطيران والنفط والغاز والإلكترونيات والحواسيب والعدسات الزجاجية الخاصة بالكاميرات المتطوّرة[85].

[83] The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023b, July 14). Tantalum | rare Earth element, uses in electronics & alloys. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/tantalum

[84] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/sDGW2

[85] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/dfC49

- يعتبران من المعادن الهامة والاستراتيجية بناءً على المخاطر المحتملة على إمداداتها لأن الإنتاج الحالي يقتصر على عدد قليل من البلدان والتأثيرات الكبيرة التي قد يتركها تقييد العرض على قطاعات الدفاع والطاقة والتكنولوجيا الصناعية والطبية[86].
- البرازيل هي المنتج الرئيسي للنيوبيوم حيث تمثّل حوالي 90 في المئة من الإنتاج العالمي الذي يأتي في الغالب من الموادّ المتجمّدة المشتقّة من الكربونات. تمتلك البرازيل وكندا أكبر موارد النيوبيوم المحدّدة كما توجد موارد إضافية في أنغولا وأستراليا والصين وغرينلاند وملاوي وروسيا وجنوب إفريقيا[87].
- تُعتبر أستراليا والبرازيل المنتجين الرئيسيَّين لمركّزات التنتالوم المعدنيّة على الرغم من أن إثيوبيا وموزمبيق كانتا مؤخّرًا من المورّدين الرئيسيين للتنتالوم. تُعتبر موارد النيوبيوم والتنتالوم المحدّدة في الولايات المتحدة قليلة ومنخفضة الدرجة ويصعب معالجتها وبالتالي فإنّ الولايات المتحدة تلبّي احتياجاتها الحاليّة والمستقبلية المتوقّعة من النيوبيوم والتنتالوم من خلال الاستيراد[88].
- في عام 2021، كانت البلدان المستوردة الرئيسية للنيوبيوم هي الصين (823 مليون دولار أميركي) وهولندا (630 مليون دولار أميركي) والولايات المتحدة (220 مليون دولار أميركي)[89].
- في عام 2021، كانت الولايات المتحدة أكبر مستوردي التنتالوم (288 مليون دولار) تلتها الصين (111 مليون دولار) والسلفادور (92.9 مليون دولار) وإندونيسيا (70 مليون دولار) والمكسيك (67.9 مليون دولار)[90].

---

[86] Schulz, K.J., Piatak, N.M., and Papp, J.F., 2017, Niobium and Tantalum, chap. M *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. M1– M34, http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802M.

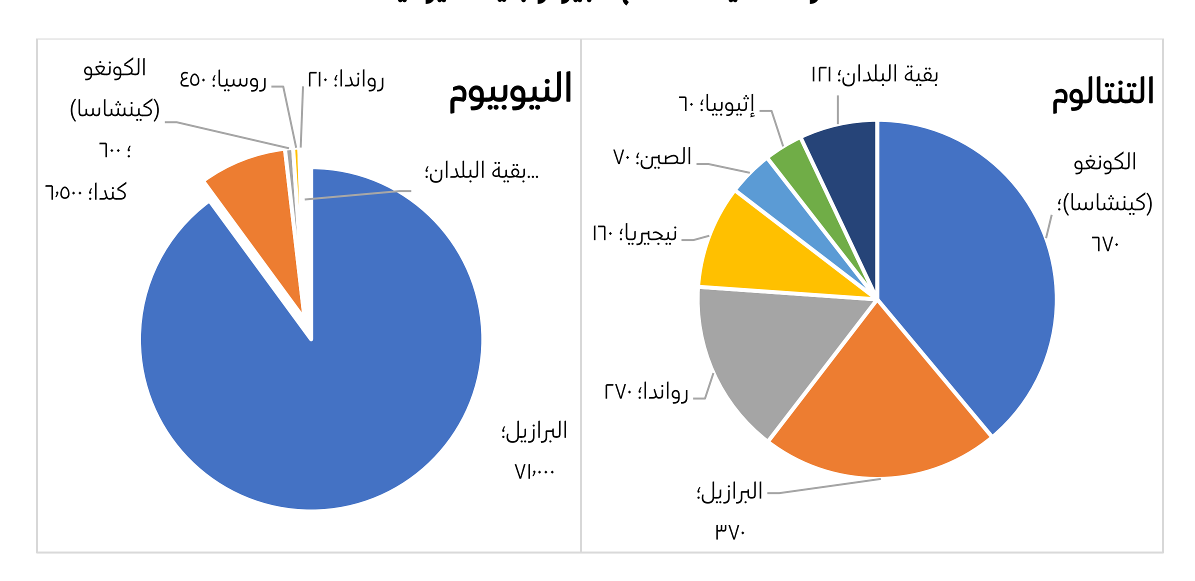
[87] المصدر السابق.

[88] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/sDGW2

[89] Niobium: Commercial exchange, international purchases and sales, market and specialization | Data México. (n.d.). Data México. https://www.economia.gob.mx/datamexico/en/profile/product/niobium#:~:text=Global%20Market&text=In%202021%2C%20the%20main%20exporting,States%20(US%24220M).

[90] Tantalum | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/tantalum

الرسم البياني رقم 12: الإنتاج العالمي السنوي من التنتالوم والنيوبيوم في عام 2020 بحسب البلد بالطن المتري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، كانت الولايات المتحدة أكبر مستوردي البلاتين (18.4 مليار دولار) تلتها المملكة المتحدة (12.8 مليار دولار) ثم ألمانيا (12.2 مليار دولار) فاليابان (10.6 مليار دولار) والصين (6.95 مليار دولار)[91].

عناصر المجموعة البلاتينية Platinum-Group Elements

- تتألف عناصر مجموعة البلاتين (PGEs) من البلاتين والبلاتينيوم والروديوم والروثينيوم والإيريديوم والأوزميوم وهي معادن لها خصائص فيزيائية وكيميائية متشابهة وتميل إلى التواجد معًا في الطبيعة. يعدّ البلاتين من أندر المعادن حيث تحتوي القشرة العلوية للأرض على حوالي 0.0005 جزء في المليون منه[92].

- تعتمد الولايات المتحدة بشكل شبه كلّي على الواردات لتأمين نحو 90 بالمئة من احتياجاتها المحلّية من مجموعة البلاتين. لها العديد من التطبيقات الصناعية حيث يتمّ استخدامها لتقليل انبعاثات أول أكسيد الكربون والهيدروكربون وأكسيد النيتروز في عوادم السيارات. تدخل المحفّزات المدعومة بالبلاتين في صناعة البتروكيماويات لتكرير النفط الخام وإنتاج المركّبات العطرية والبنزين عالي الأوكتان. تُستخدم كأفضل طلاء للمعدّات الصناعية المستخدمة في

---

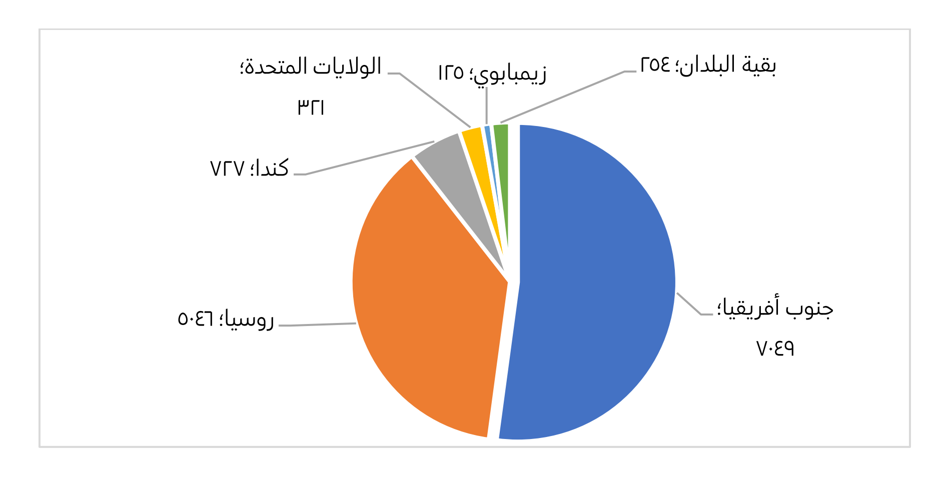
[91] Platinum | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/platinum

[92] Platinum group | Chemical Properties, Uses & Occurrence. (1999, July 26). Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/platinum-group/The-metals-and-their-alloys

تصنيع الموادّ الكيميائية والموادّ الاصطناعية وتدخل في إنتاج الألياف الزجاجية والشاشات المسطّحة وشاشات الكريستال السائل وفي صناعة الأقراص الصلبة للكمبيوتر وغيرها. تُستخدم مجموعة البلاتين في عمليات الزرع الطبية وفي عقاقير مكافحة السرطان. وتعتبر سبائك البلاتين خيارًا مثاليًا لصناعة المجوهرات بسبب لونها الأبيض وقوّتها ومقاومتها للتلطّخ. يُستخدم البلاتين والبلاديوم والروديوم في سكّ عملات معدنية وفي عمليات تداول مالي في البورصات العالمية[93].

- تُستخدم سبائك البلاتين أو البلاتين والروديوم لتصنيع أكسيد النيتريك وهو المادّة الخام المستخدمة في تصنيع المتفجّرات والأسمدة وحمض النيتريك. وبسبب دخولها في الصناعات العسكرية، صنّفت العديد من الدول عناصر مجموعة البلاتين كسلع استراتيجية[94].
- بدءًا من العام 1960 وحتى العام 2011، أنتجت جنوب إفريقيا وروسيا حوالي 90 في المئة من الإنتاج العالمي من مجموعة البلاتين فيما استحوذت كندا على 5 بالمئة والولايات المتحدة على 2 بالمئة وزيمبابوي على 1 بالمئة من الإنتاج العالمي[95].
- يتم الحصول على الإمداد الثانوي من البلاتين والبلاديوم والروديوم من خلال إعادة تدوير مكوّنات البيئة من عوادم السيارات المنتهية الصلاحية والمجوهرات والمعدّات الإلكترونية.

الرسم البياني رقم 13: الإنتاج العالمي لعناصر مجموعة البلاتين (PGE) من عام 1960 إلى عام 2011 بحسب البلد والكمية بالأطنان المترية وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



[93] Zientek, M.L., Loferski, P.J., Parks, H.L., Schulte, R.F., and Seal, R.R., II, 2017, Platinum-group elements, chap. N *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States— Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. N1– N91, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802N

[94] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 2014. https://shorturl.at/kPU79

[95] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/sDGW2

- في عام 2022، كانت جنوب إفريقيا أكبر منتج للبلاتين في العالم بهامش كبير حيث بلغ إنتاجها نحو 140 طنًا متريًا فيما حلّت روسيا في المرتبة الثانية بحوالي 20 طنًا متريًا. وتعتبر زيمبابوي ثالث أكبر منتج في العالم تليها كندا ثم الولايات المتحدة كرابع وخامس منتجين لعناصر مجموعة البلاتين على مستوى العالم[96].

العناصر الأرضية النادرة Rare-Earth Elements

- لا يدرك كثيرون التأثير الهائل للعناصر الأرضية التادرة على حياتهم اليومية حيث من شبه المستحيل أن تخلو القطع التكنولوجية الحديثة من أحدها وهي تدخل في صناعات الإلكترونيات والطاقة النظيفة والفضاء والسيارات والمجال الدفاعي[97].
- تتكوّن العناصر الأرضية النادرة (REEs) من 15 عنصرًا يتراوح عددها الذرّي بين 57 (اللانثانوم) و71 (اللوتيتيوم) ويشار إليها عادة باسم "اللانثانيدات"[98].
- قبل نحو عقد من الزمن، تصدّرت الصين الإنتاج والعرض العالميين من العناصر الأرضية التادرة بنسبة تتجاوز 90 في المئة. لكن في عام 2010 بدأت بكين زيادة مخزونها ووضع قيود على تصدير العناصر الأرضية النادرة من خلال تحديد الحصص وفرض التراخيص والضرائب. نتيجة فرض هذه القيود وتوجّه العديد من الدول الغربية لتنويع مصادرها وزيادة استثماراتها في عمليات الاستكشاف والتعدين، تراجعت حصّة بكين من العرض العالمي إلى نحو 60٪ في عام 2021 فيما ساهمت الولايات المتحدة بنحو 16٪ وميانمار 9٪ وأستراليا 8٪ وتايلاند 3٪ من العرض العالمي[99].

---

[96] Platinum: mine production by country 2022 | Statista. (2023, February 26). Statista.
https://www.statista.com/statistics/273645/global-mine-production-of-platinum/#:~:text=South%20Africa%20is%20the%20largest,metric%20tons%20that%20same%20year.

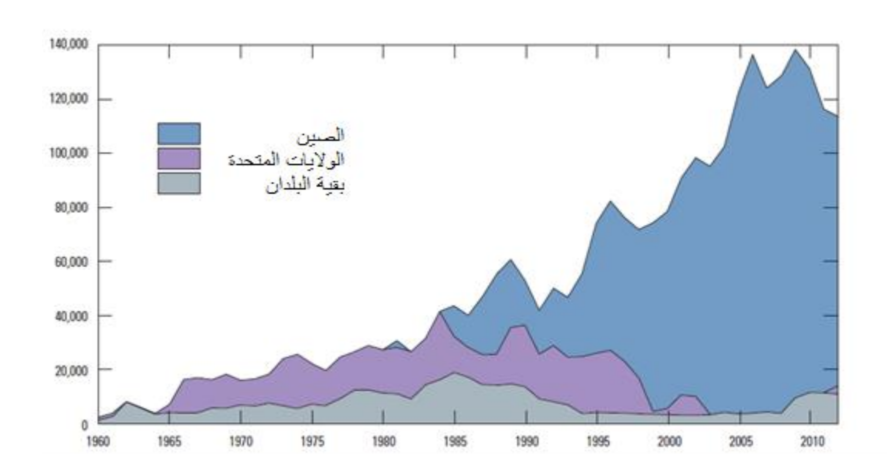
[97] Gschneidner, K. A., Jr., & Pecharsky, V. K. (1999, July 26). Rare-earth element | Uses, Properties, & Facts. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/rare-earth-element

[98] Van Gosen, B.S., Verplanck, P.L., Seal, R.R., II, Long, K.R., and Gambogi, Joseph, 2017, Rare-earth elements, chap. O *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States— Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. O1– O31, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802O.

[99] Matamis, J. (2023). Why China's export controls on Germanium and gallium may not be effective. Stimson Center.
https://www.stimson.org/2023/why-chinas-export-controls-on-germanium-and-gallium-may-not-be-effective/

- بدأت أستراليا خلال العقد الماضي العمل في مناجم جديدة غربي البلاد حيث تحتوي الرمال المعدنية الثقيلة المنتجة فيها على كمّيات كبيرة من العناصر الأرضية النادرة. في الهند يتمّ إنتاج العناصر الأرضية النادرة من المونازيت الموجود في الرمال المعدنية الثقيلة. وتنتج روسيا مركّزات معادن اللوباريت في عمليات تعدين خاصة. كما بدأت الولايات المتحدة إنتاج العناصر الأرضية النادرة عام 1952 ولكن تمّ وقفه من عام 2002، حتى عام 2011 بسبب انخفاض الأسعار العالمية ومشاكل التصاريح البيئية ليستأنف النشاط بدءاً من عام 2012. تشير التقديرات إلى وجود موارد كبيرة من العناصر الأرضية النادرة في العالم وإذا تمّت الاستفادة منها ستكون كفيلة بتأمين احتياجات الطاقة المتجددة لعقود عديدة[100].

الرسم البياني رقم 14: الإنتاج العالمي من العناصر الأرضية النادرة من عام 1960 حتى عام 2012 بالطن المتري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



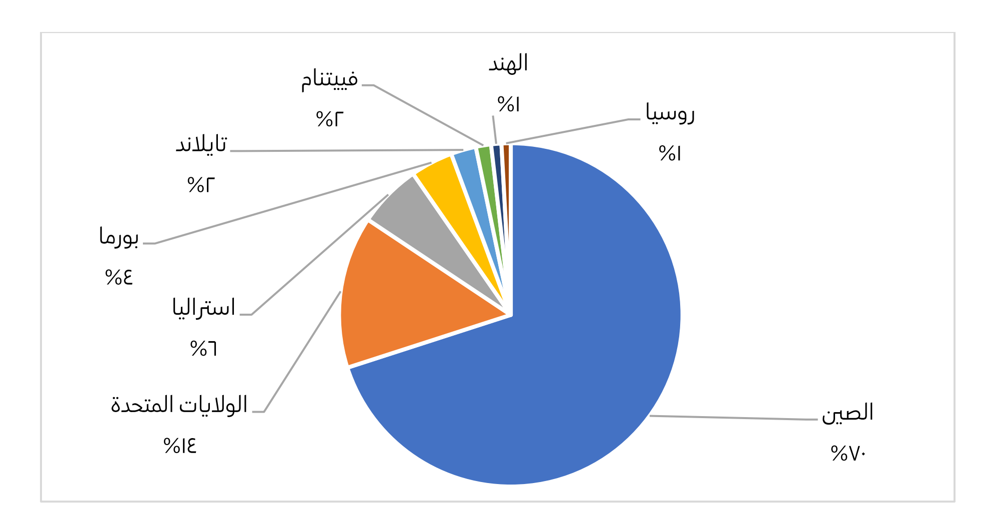
في عام 2022، تصدّرت الصين الإنتاج العالمي من العناصر الأرضية النادرة، تلتها الولايات المتحدة ثم أستراليا كما يظهر في الرسم التالي[101]:

---

[100] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/sDGW2

[101] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/bvHO5

الرسم البياني رقم 15: النسبة المئوية للإنتاج العالمي من العناصر الأرضية النادرة لعام 2022 بحسب البلد وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، كانت الصين (1.29 مليار دولار)، واليابان (318 مليون دولار)، وفيتنام (292 مليون دولار)، والولايات المتحدة (134 مليون دولار)، وتايلاند (101 مليون دولار) أكبر مستوردين للمركّبات المعدنية الأرضية النادرة في عام 2021.
- في عام 2021، استحوذت الصين على أكبر حصة في العالم من واردات المعادن الأرضية النادرة على مستوى العالم بما يقرب من 48٪ من إجمالي الواردات. واحتلت اليابان المرتبة الثانية (12٪) وفييتنام الثالثة (11٪)[102].

الرينيوم Rhenium

- الرينيوم هو أحد أندر العناصر في القشرة القارّية للأرض بمعدّل كثافة أقلّ من جزء واحد بالمليار. له درجة انصهار عالية للغاية ويحوّل أكثر من 80 في المئة من الرينيوم المنتج إلى سبائك ذات تحمّل حراري عالٍ تدخل في صناعة شفرات التوربينات لمحرّكات الطائرات النّفاثة وفي تطبيقات توليد الطاقة كما تستخدم محفّزات الرينيوم في تكرير البترول[103].

---

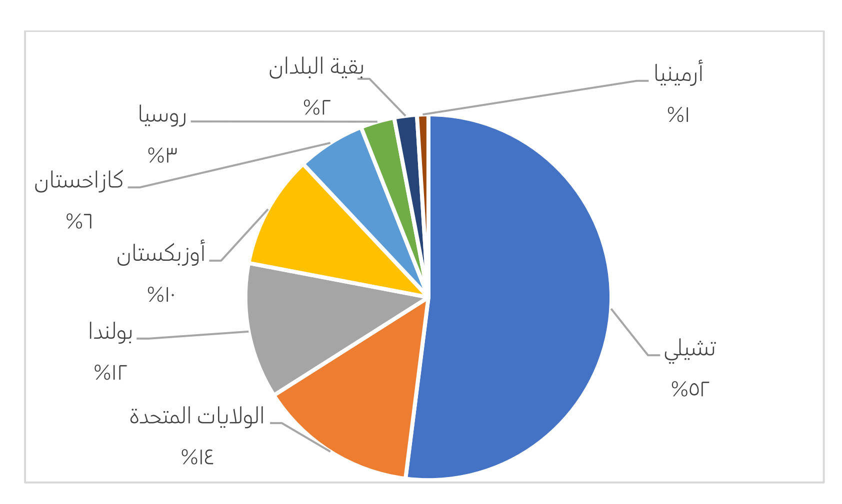
[102] Statista. (2023e, July 27). Global share of rare earth metal imports by select country 2021.
https://www.statista.com/statistics/1229934/rare-earth-metal-imports-share-globally-by-country/#:~:text=China%20accounted%20for%20the%20world's,global%20imports%20of%20rare%20earths.

[103] The Editors of Encyclopedia Britannica. (1998c, July 20). Rhenium | Chemical element, alloying agent. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/rhenium

- يبلغ الإنتاج العالمي السّنوي لمناجم الرينيوم حوالي 50 طنًا متريًا ونادرًا ما يتواجد هذا المعدن كعنصر أصلي حيث تعتبر خامات الموليبدينايت المصدر الرئيسي للرينيوم. في عام 2012، تم إنتاج 51 بالمئة من الإنتاج العالمي من الرينيوم من مناجم النحاس في تشيلي. كذلك تعمل الولايات المتحدة وأرمينيا وكازاخستان والمكسيك وبيرو وروسيا وأوزبكستان على استخراج الرينيوم من رواسب النحاس[104].



الرسم البياني رقم 16: إنتاج الرنيوم العالمي في عام 2012 من المناجم (52600 كلغ) بحسب الدولة وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



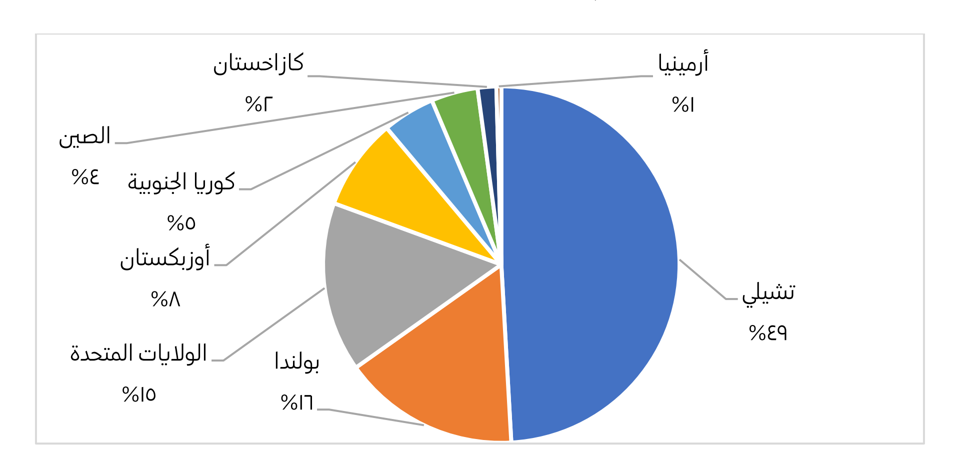
- في عام 2022، تصدّرت تشيلي الإنتاج العالمي من الرينيوم تلتها بولندا ثم الولايات المتحدة[105].
- بحسب إحصائية تعتمد على عدد الشحنات من مطلع العام وحتى آب/أغسطس 2023، تصدّرت هولندا البلدان المستوردة للرينيوم تلتها ألمانيا ثم المملكة المتحدة في المركز الثالث[106].

[104] John, D.A., Seal, R.R., II, and Polyak, D.E., 2017, Rhenium, chap. P *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. P1– P49,
http://dx.doi.org/10.3133/pp1802P

[105] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2022.
https://shorturl.at/kABXY

[106] Rhenium Imports in World - Import data with price, buyer, supplier, HSN code. (2023b, May 8).
https://www.volza.com/p/rhenium/import/

الرسم البياني رقم 17: النسبة المئوية لتوزيع الإنتاج العالمي من الرينيوم بحسب البلد لعام 2022 وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



السيلينيوم Selenium

- السيلينيوم (Se) عنصر كيميائي في مجموعة الأوكسجين ويصنّف في خانة المعادن النادرة حيث يستخرج من قشرة الأرض بكثافة 90 جزءًا في المليار. يوجد في الطبيعة مصاحبًا للكبريت الأصلي لكنه غالبًا ما يستخلص من تركيبة من المعادن الثقيلة (النحاس أو الزئبق أو الرصاص أو الفضة) وبالتالي من يملك احتياطيات من هذه المعادن سيكون قادرًا على إنتاج السيلينيوم[107].

- تم اكتشاف السيلينيوم (Se) في عام 1817 في السويد. بدأ الاستخدام التجاري للسيلينيوم في الولايات المتحدة في عام 1910 عندما استُخدم كصبغة للدهانات وطلاء السيراميك والزجاج الأحمر. تشمل الاستخدامات الحديثة للسيلينيوم إنتاج المنظّمات التي تغيّر التيار الكهربائي من AC إلى DC (من التيار المتردّد إلى التيار المباشر). والنوافذ الموفرة للطاقة التي تحدّ من نقل الحرارة والخلايا الكهروضوئية ذات الأغشية الرقيقة التي تحوّل الطاقة الشمسية إلى كهرباء. يستخدم لتحسين مرونة المطّاط من خلال زيادة مقاومته للحرارة والأكسدة والتآكل ويستفاد منه كصبغة لإنتاج الألوان البرتقالية والأحمر والبني في صناعة البلاستيك وفي السيراميك والأصباغ والأحبار والجلود والدهانات والورق والصابون ومنتجات أخرى. له العديد من الاستخدامات العسكرية حيث يستخدم في صناعة الصواريخ الموجّهة ومعدّات الرادار والعديد من التطبيقات

[107] Brasted, R. C. (1998, July 20). Selenium | Uses in electronics, Health benefits & Environmental Impact. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/selenium

الأخرى. يدخل السيلينيوم أيضًا في إنتاج مبيدات الفطريات والأعشاب والحشرات وفي صناعة الصلب لتحسين قابلية تشكيل الفولاذ المقاوم للصدأ[108].

- بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية، بلغ إجمالي الإنتاج العالمي عام 1996 (آخر عام تم الإبلاغ عن أرقام الإنتاج المحلّي له) 2250 طنًا متريًا. كانت الولايات المتحدة مسؤولة عن 17 بالمئة تقريبًا من الإنتاج العالمي أي نحو 380 طنًا متريًا فيما أنتجت كندا 694 طنًا متريًا. خلال الفترة الممتدّة بين الأعوام 1997 و2015، كانت اليابان بشكل رئيسي المنتج الأول للسيلينيوم. في عام 2015، احتلّت ألمانيا المرتبة الثانية على صعيد الإنتاج العالمي من السيلينيوم مع العلم بأن الصين والولايات المتحدة لم تعودا تنشران أرقامًا حول إنتاجهما[109].

جدول رقم 5: تقديرات احتياطيات السيلينيوم العالمية في عام 2014 وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية

البلد	حجم الاحتياطي من السيلينيوم (بالطن المتري)
الصين	26,000
تشيلي	25,000
روسيا	20,000
البيرو	13,000
الولايات المتحدة	10,000
كندا	6,000
بولندا	3,000
البلدان الأخرى	21,000
الإجمالي	120,000

- في عام 2022، تصدّرت الصين الإنتاج العالمي من السيلينيوم تلتها اليابان ثم روسيا كما يظهر في الرسم التالي[110]:

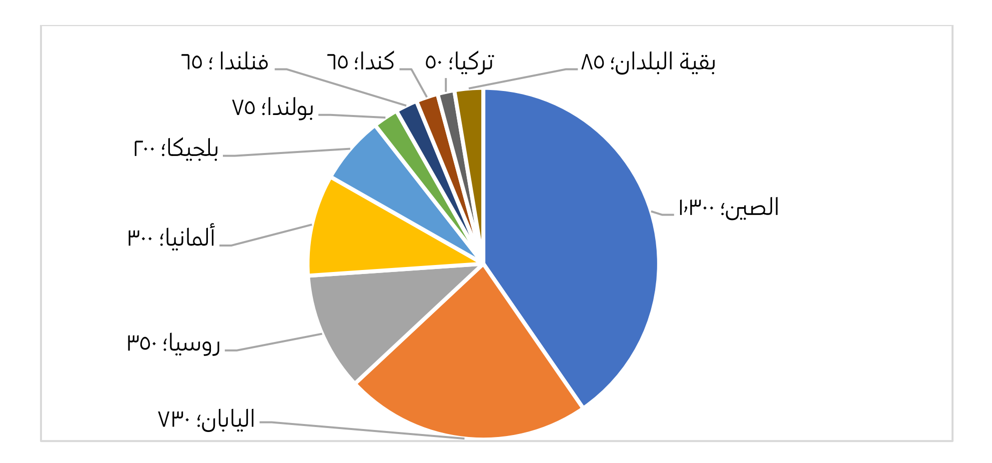
---

[108] Stillings, L.L., 2017, Selenium, chap. Q *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. Q1– Q55, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802Q

[109] المصدر السابق.

[110] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/cdehU

الرسم البياني رقم 18: الإنتاج العالمي من السيلينيوم لعام 2022 بحسب البلد بالطن المتري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، كانت الصين أكبر مستوردي السيلينيوم في العالم (26 مليون دولار) وهونغ كونغ (15.7 مليون دولار) والولايات المتحدة (11.2 مليون دولار) والهند (9.42 مليون دولار) واليابان (5.22 مليون دولار)[111].

التيلوريوم Tellurium

- التيلوريوم (Te) عنصر نادر جدًا من مجموعة الأوكسيجين حيث يبلغ متوسطه 3 أجزاء بالمليار في القشرة العلوية للأرض وهو يستخرج كمنتج ثانوي من تكرير النحاس وخامات المعادن الأساسية الأخرى. له خصائص كيميائية وفيزيائية تشبه إلى حدّ كبير عنصر السيلينيوم. يُظهر ارتباطاً وثيقًا بالذهب حيث يشخّص التيلوريوم في معظم أنواع رواسب الذهب بمستويات من عشرات إلى مئات الأجزاء في المليون[112].

- الاستخدام الرئيسي للتيلوريوم هو في صناعة الطاقة الشمسيّة حيث تستهلك نحو 40 في المئة من الإنتاج السنوي. كذلك يُستخدم التيلوريوم كمادّة مضافة في سبائك التحاس والرصاص والصّلب لتحسين كفاءة الماكينات الخاصة بالتبريد الكهرو حراري[113].

---

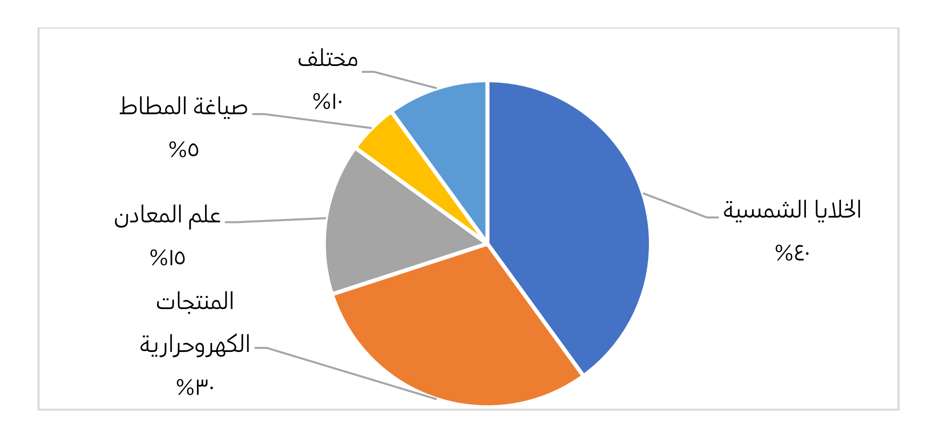
[111] Selenium | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity.
https://oec.world/en/profile/hs/selenium?redirect=true

[112] Brasted, R. C. (1998b, July 20). Tellurium | chemical element, uses in solar cells & alloys. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/tellurium

[113] Admin. (2022). Tellurium (Te) - Properties, Facts & Tellurium Uses. BYJUS.
https://byjus.com/chemistry/tellurium/

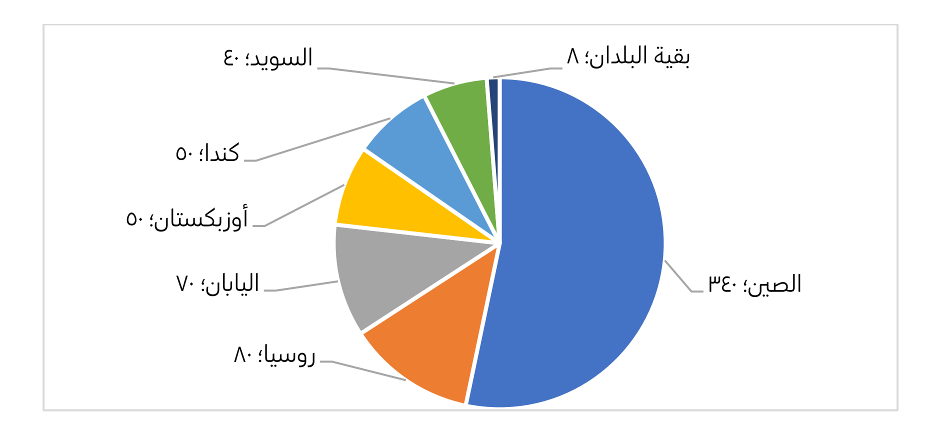
- في بداية عام 2014، بلغت الاحتياطيات العالمية من التيلوريوم 24000 طن متري تشمل 3600 طن متري في البيرو و3500 طن متري في الولايات المتحدة و800 طن متري في كندا[114].

الرسم البياني رقم 19: الاستخدامات النهائية الرئيسية للتيلوريوم كنسبة مئوية من الاستهلاك العالمي في عام 2010 بحسب هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



في عام 2022، تصدّرت الصين الإنتاج العالمي من التيلوريوم تلتها روسيا ثم اليابان كما يظهر في الرسم التالي[115]:

الرسم البياني رقم 20: الإنتاج العالمي من التيلوريوم في المصافي لعام 2022 بحسب البلد وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



---

[114] Goldfarb, R.J., Berger, B.R., George, M.W., and Seal, R.R., II, 2017, Tellurium, chap. R *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. R1– R27,
http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802R

[115] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023.
https://shorturl.at/zEO05

- في عام 2021، كانت منطقة هونغ كونغ (المنطقة الإدارية الخاصة التابعة للصين) أكبر مستوردي التيلوريوم (120 مليون دولار) تلتها الصين (97.3 مليون دولار) وألمانيا (36 مليون دولار) وسنغافورة (33.3 مليون دولار) وكندا (19.1 مليون دولار)[116].

القصدير Tin

- القصدير (Sn) هو أحد المعادن الأولى التي استخدمها البشر. نظرًا للصلابة التي يضيفها إلى النحاس، فقد استخدم القصدير في صناعة الأدوات البرونزية منذ 3500 عام قبل الميلاد. الاستخدامات الرئيسية للقصدير اليوم هي صناعة العلب والحاويات وموادّ البناء وموادّ النقل واللّحام[117].
- في عام 2015، بلغ إجمالي إنتاج المناجم من القصدير في العالم 289000 طنّ متري. بلغ تقدير إجمالي الاحتياطيات العالمية في نهاية عام 2016 بنحو 4,700,000 طن متري. يرتبط معدن القصدير ارتباطًا وثيقًا بالغرانيت حيث نشأ منه[118].
- تمتلك الصين حوالي 24 في المئة من احتياطيات القصدير في العالم وأنتجت عام 2015 نحو 38 في المئة من الإنتاج. كما تملك أستراليا وبوليفيا والبرازيل موارد كبيرة من القصدير. على عكس العديد من المعادن، تُعتبر إعادة تدوير القصدير عملية فعّالة نسبيًا حيث تتراوح نسبة الخردة المستخدمة في إنتاج القصدير بين 10 و 25 بالمئة من الإنتاج العالمي[119].
- تُعتبر منطقة جنوب شرق آسيا من أغنى مناطق العالم بالقصدير بحيث أطلقت عليها تسمية "حزام القصدير" حيث تمتدّ من الصين في الشمال عبر تايلاند وبورما (ميانمار) وماليزيا إلى جزر إندونيسيا في الجنوب[120].

---

116 Boron, tellurium | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/boron-tellurium

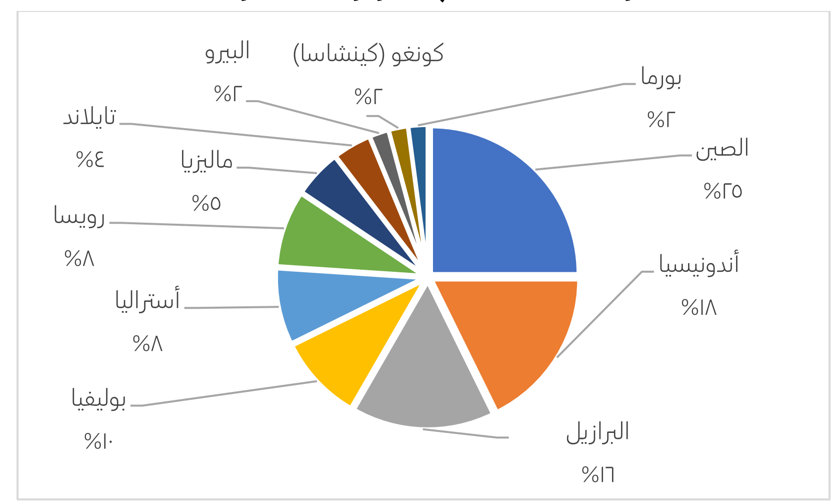
117 The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023a, July 7). TIN | Definition, Properties, Uses, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/tin

118 Kamilli, R.J., Kimball, B.E.., and Carlin, J.F., Jr., 2017, Tin, chap. S *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. S1– S53, http://dx.doi.org/10.3133/ pp1802S

119 المصدر السابق.

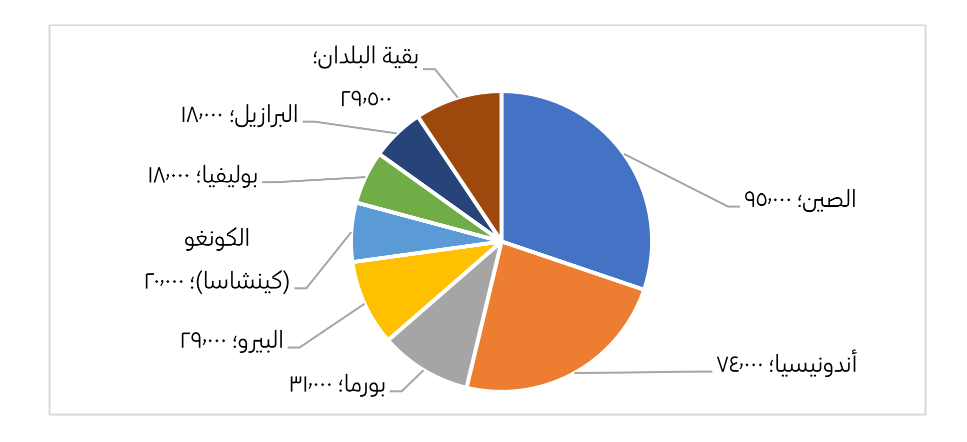
120 Schwartz, M. O., Rajah, S. S., Askury, A., Putthapiban, P., & Djaswadi, S. (1995). The Southeast Asian tin belt. Earth-Science Reviews, 38(2–4), 95–293. https://doi.org/10.1016/0012-8252(95)00004-t

الرسم البياني رقم 21: النسب المئوية لاحتياطيات القصدير العالمية في عام 2016 بحسب البلد وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



➢ في عام 2022، تصدّرت الصين الإنتاج العالمي من القصدير تلتها أندونيسيا ثم بورما كما يظهر في الرسم التالي[121]:

الرسم البياني رقم 22: إنتاج العالم من القصدير في عام 2022 بحسب الدولة والكمّية (بالأطنان المترية) وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



➢ في عام 2021، كانت الصين، رغم كونها أكبر منتج عالمي للقصدير، أكبر مستوردي القصدير الخام على مستوى العالم (512 مليون دولار) تلتها تايلاند (306 مليون دولار) ثم ماليزيا (286 مليون دولار) فالإمارات العربية المتحدة (38.1 مليون دولار) وبورما (13.2 مليون دولار).

---

[121] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/fuwyW

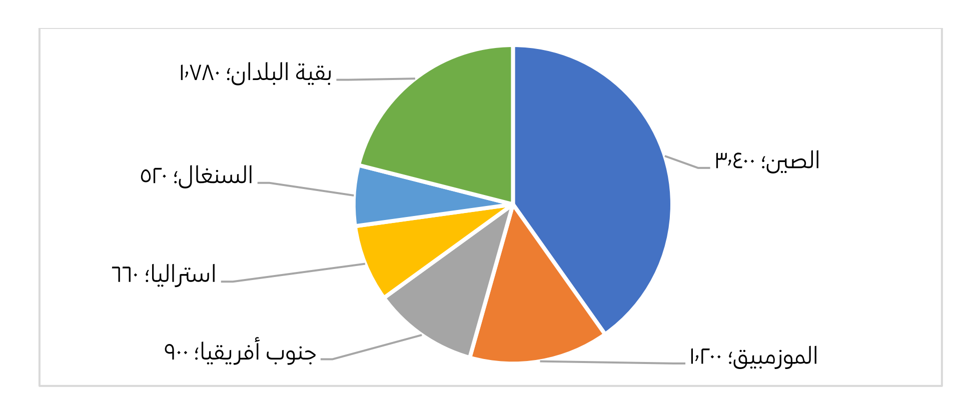
التيتانيوم Titanium

- تيتانيوم (Ti) معدن فضيّ رمادي خفيف الوزن وعالي القوة ومنخفض التآكل ما يجعل منه سلعة معدنية ضرورية للاقتصادات الصناعية الحديثة. يتم تكرير معظم التيتانيوم المنتج إلى ثاني أكسيد التيتانيوم الذي يتميّز بقدرته على إضفاء لون أبيض متين للطّلاء والورق والبلاستيك والمطّاط. يُعتبر من المعادن القوية المقاومة للتآكل حيث يستخدم في صناعات الطيران والفضاء والصواريخ وطلاء قضبان التلحيم وغيرها. يُعتبر الإلمنيت والروتيل حاليًا أهمّ معادن خام التيتانيوم على الرغم من وجود معادن أخرى يتمّ الحصول عليها منه ويمكن أن يكون لها أهمّية اقتصادية في المستقبل[122].

- تمثّل الولايات المتحدة حوالي 4 في المئة من إجمالي الإنتاج العالمي لمعادن التيتانيوم وتعتمد بشكل كبير على الاستيراد لتلبية احتياجاتها المحلّية. التكلفة العالية لاستخراج معدن التيتانيوم تقلّل من استخدامه[123].

- في عام 2022، هيمنت الصين والموزمبيق وجنوب إفريقيا على الإنتاج العالمي من التيتانيوم (الذي ينتج بشكل أساسي من خام إلمنت) كما يظهر في الرسم التالي[124]:

الرسم البياني رقم 23: إنتاج العالم عام 2022 من التيتانيوم من خام إلمنيت بحسب البلد وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية (بآلاف الأطنان المترية)



[122] The Editors of Encyclopedia Britannica. (2023f, August 11). Titanium | Element, Meaning, Symbol, Density, Properties, Uses, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/titanium

[123] Woodruff, L.G., Bedinger, G.M., and Piatak, N.M., 2017, Titanium, chap. T *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. T1– T23, http://dx.doi.org/10.3133/pp1802T

[124] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/oARTU

- في عام 2021، كانت الولايات المتحدة أكبر مستوردي التيتانيوم في العالم (581 مليون دولار)، وألمانيا (476 مليون دولار) ثم فرنسا (453 مليون دولار) والصين (428 مليون دولار) فالمملكة المتحدة (329 مليون دولار)[125].

الفاناديوم Vanadium

- الفاناديوم (V) عنصر كيميائي عبارة عن معدن ناعم أبيض إلى فضيّ من المجموعة 5 (Vb) من الجدول الدوري. يتمّ مزجه مع الفولاذ والحديد معًا لجعلهما أكثر صلابة ومقاومة للاهتراء. يُستخرج الفاناديوم من أنواع مختلفة من الرواسب المعدنية ومن الوقود الأحفوري[126].
- يُستخدم حوالي 80٪ من الفاناديوم المنتج كمادّة مضافة للصلب. وتُستخدم سبائك الفاناديوم في المفاعلات النوويّة بسبب خواصّ الفاناديوم المنخفضة لامتصاص النيوترونات. يدخل أكسيد الفاناديوم (V) كصبغة للسيراميك والزجاج وفي بطاريات خاصة لتخزين الكهرباء على نطاق واسع. كما أصبح الفاناديوم مستخدمًا على نطاق واسع في تطبيقات التكنولوجيا الخضراء[127].
- قُدّرت موارد الفاناديوم العالمية في عام 2012 بنحو 63 مليون طن متري وتمّ إنتاج غالبية الفاناديوم في ذلك العام في الصين وروسيا وجنوب إفريقيا. من المتوقّع أن يزداد الطلب المستقبلي في المقام الأول لأن دولًا مثل الصين واليابان تزيد من كمّية الفاناديوم المستخدمة في صناعة الصلب لتتناسب مع جودة الفولاذ المنتج من البلدان الأخرى وكذلك تحسّبًا للزيادة المحتملة في مصادر الطاقة المتجدّدة[128].
- في عام 2022، تصدّرت الصين الدول المنتجة للفاناديوم تلتها جنوب إفريقيا ثم روسيا كما يظهر في الرسم التالي[129]:

---

[125] Titanium | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/titanium

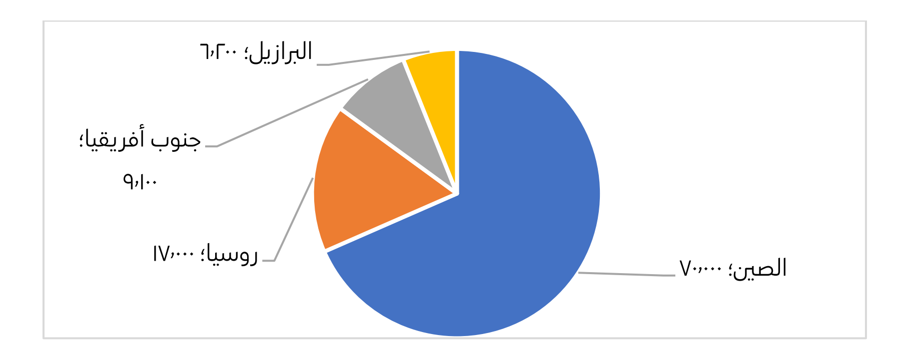
[126] The Editors of Encyclopaedia Britannica. (2023c, July 13). Vanadium | Industrial, Medical & Automotive Applications. Encyclopedia Britannica.
https://www.britannica.com/science/vanadium

[127] Vanadium - Element information, properties and uses | Periodic Table. (n.d.).
https://www.rsc.org/periodic-table/element/23/vanadium

[128] Kelley, K.D., Scott, C.T., Polyak, D.E., and Kimball, B.E., 2017, Vanadium, chap. U *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. U1– U36,
http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802U

[129] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/eMQV7

الرسم البياني رقم 24: إنتاج الفاناديوم في العالم في عام 2022 بحسب البلد بالطن المتري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، كانت تشيكيا أكبر مستوردي أكاسيد وهيدروكسيدات الفاناديوم على مستوى العالم (130 مليون دولار) تبعتها هولندا (97.2 مليون دولار) وكوريا الجنوبية (81.3 مليون دولار) والنمسا (57.7 مليون دولار) والولايات المتحدة (38.9 مليون دولار)[130].

الزركونيوم والهافنيوم Zirconium and Hafnium

- الزركونيوم والهافنيوم معدنان مقاومان للتآكل يستخدمان على نطاق واسع في الصناعات الكيماوية والنوويّة. يتم استهلاك معظم الزركونيوم من خلال خام الزركون المعدني (ZrSiO4) أو أكسيد الزركونيوم أو موادّ كيميائية أخرى من الزركونيوم. أحيانًا لا يُفصَل بين هذين العنصرين حيث يتم تصنيف الزركونيوم الذي يحتوي على 1 في المئة من الهافنيوم على أنه نقي[131].

- يُستهلك نحو 51 بالمئة من الإنتاج العالمي للزركونيوم في صناعة السيراميك ونحو 25 بالمئة في الصناعات المقاومة للحرارة، وتشمل الاستخدامات الأخرى عملية إنتاج الوقود النوويّ والأنابيب الكيميائية والتقنيات الجديدة للطاقة النظيفة وصناعة مكبّرات الصوت المدمجة في الهواتف المحمولة وأبراج الهاتف لتعزيز قوة الإشارة والوضوح. فيما يستخدم الهافنيوم في قضبان التحكّم النوويّ وصناعة سبائك النيكل والسيراميك[132].

---

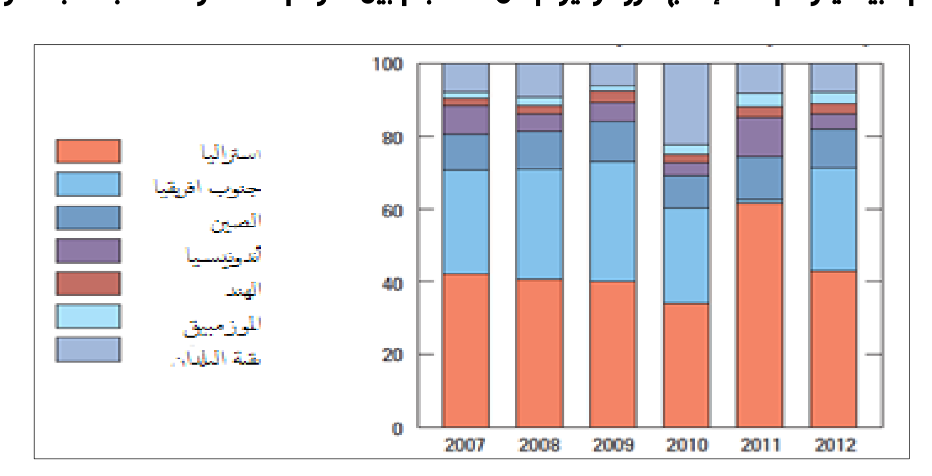
[130] Vanadium oxides and hydroxides | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/vanadium-oxides-and-hydroxides

[131] Gregersen, E. (1998, July 20). Hafnium | Definition, Atomic Mass, Properties, Uses, & Facts. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/hafnium

[132] Zirconium and hafnium. (2022, October 28). Edison Group. https://www.edisongroup.com/insight/zirconium-and-hafnium/23292/

- ترتبط أكبر الرواسب الأوّلية في العالم من الزركونيوم والهافنيوم بمنطقة شبه جزيرة كولا في روسيا. في الفترة الممتدة بين عامي 2003 و2012، زاد إنتاج مركّزات الزركونيوم المعدنية العالمية بأكثر من 40 في المئة وكانت أستراليا وجنوب إفريقيا المنتجين الرئيسيين. زاد الاستهلاك العالمي لتركيزات معادن الزركونيوم بشكل عام خلال الفترة الزمنية نفسها ويرجع ذلك إلى حدّ كبير لزيادة الطلب في الاقتصادات النامية في آسيا والشرق الأوسط. من المتوقّع أن يزداد الاستهلاك العالمي في المستقبل مع زيادة الطلب على الزركونيوم في صناعات السيراميك والكيماويات والمعادن. يُتوقّع كذلك أن يزيد الطلب على معدن الهافنيوم مدفوعًا ببناء وتشغيل محطّات طاقة نوّوية جديدة[133].

الرسم البياني رقم 25: إنتاج الزركونيوم من المناجم بين أعوام 2007 و2012 بحسب الدولة.



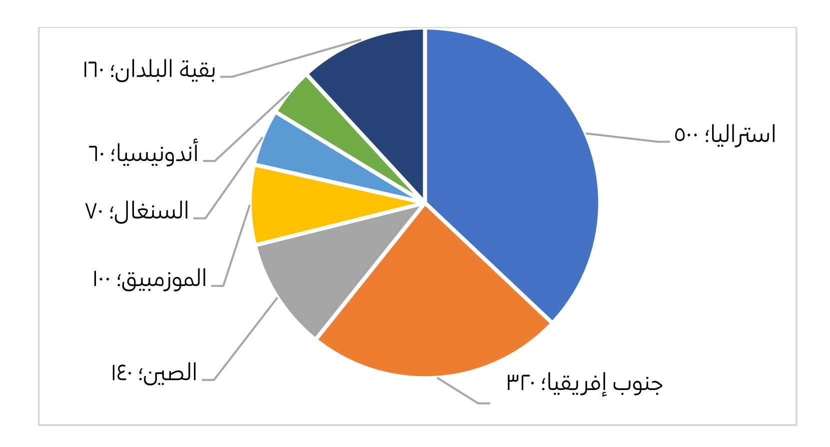
في عام 2022، تصدّرت أستراليا الدول المنتجة للزركونيوم في العالم تلتها جنوب إفريقيا ثم الصين كما يظهر في الرسم التالي[134]:

---

[133] Jones, J.V., III, Piatak, N.M., and Bedinger, G.M., 2017, Zirconium and hafnium, chap. V *of* Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States—Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. V1– V26, http://dx.doi.org/ 10.3133/pp1802V

[134] U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023. https://shorturl.at/ixBY5

الرسم البياني رقم 26: إنتاج الزركونيوم من المناجم في عام 2022 بحسب البلد بالطن المتري وفق هيئة المسح الجيولوجي الأميركية



- في عام 2021، كانت الولايات المتحدة أكبر مستوردي الزركونيوم (89.2 مليون دولار) تلتها كوريا الجنوبية (57.3 مليون دولار) والصين (56.3 مليون دولار) وكندا (43.8 مليون دولار) وألمانيا (31.1 مليون دولار)[135].
- من بداية العام وحتى شهر آب / أغسطس 2023، تصدرت الهند المستوردين العالميين للهافنيوم تلتها ألمانيا ثم هولندا[136].

[135] Zirconium | OEC. (n.d.). OEC - the Observatory of Economic Complexity. https://oec.world/en/profile/hs/zirconium

[136] Hafnium Imports in World - Import data with price, buyer, supplier, HSN code. (2023, January 8). https://www.volza.com/p/hafnium/import/

خلاصة

تبقى الصورة عند النظر إلى تنافس القوى الكبرى والصراعات الجيوسياسية منقوصةً إذا لم تأخذ بالحسبان خارطة توزّع المعادن النادرة من حيث احتياطياتها والدول التي تنتجها وحيوية بعضها بالنسبة للصّناعات الحديثة لاسيّما التكنولوجيا الدقيقة مثل إنتاج الرقائق والصناعات العسكرية الأكثر تطوّرًا. حتى أن تأمين الإمدادات من هذه المعادن يمكن أن يفسّر العديد من الأزمات والصراعات والاضطرابات التي أشعلتها القوى الاستعمارية لنهب مقدّرات الشعوب من هذه المعادن، والمثال الأبرز على ذلك القارّة الإفريقية التي رزحت منذ قرون تحت الاستعمار ولا تزال حتى اليوم تعيش استقرارًا سياسيًا هشًا وتظلّ عُرضة لانقلابات تحرّكها وتدفعها أطماع القوى الكبرى.

جدول رقم 6: ترتيب الاحتياطيات العالمية من المعادن النادرة والدول التي تنتجها:

الرقم	اسم المعدن	الاستخدامات الرئيسية	الاحتياطيات (أول 3 دول)[137]
1	الأنتيمون Antimony	أشباه الموصلات، صناعة السيارات والبطاريات والفرش والدهانات	الصين، روسيا، بوليفيا
2	الباريت Barite (Barium)	صناعات النفط والغاز والزجاج والسيراميك والدهانات والبلاستيك والمطّاط	إيران، كازاخستان، الهند
3	البريليوم Beryllium	صناعات الطيران والكمبيوتر والدفاع والطبّ والاتصالات والمجال النوويّ	الولايات المتحدة، البرازيل، الهند
4	الكوبالت Cobalt	صناعة البطاريات القابلة لإعادة الشحن ومحرّكات الطائرات النفّاثة	الكونغو (كينشاسا)، أستراليا، إندونيسيا
5	فلور Fluorine	إنتاج البنزين وتركيز اليورانيوم وصناعة الإلكترونيات والكيماويات والمستحضرات الصيدلانية	المكسيك، ألمانيا، جنوب إفريقيا
6	الغاليوم Gallium	أشباه الموصلات والحواسيب عالية الأداء وصناعات الإلكترونيات الدقيقة، الضوء الليزري والـ LED والاتصالات والمعدّات الصناعية والطبية	الغاليوم منتج ثانوي مرتبط بكمّيات البوكسيت وخامات الزنك والفحم
7	الجرمانيوم Germanium	أشباه الموصلات وصناعة الأجهزة الإلكترونية والشاشات ووسائط الرؤية الليلية والألياف الضوئية وألواح الطاقة الشمسية	الجرمانيوم منتج ثانوي تتم فلترته من خامات الزنك والفحم

[137] استند ترتيب الاحتياطيات العالمية إلى أرقام هيئة المسح الجيولوجي الأميركية لعام 2022 وفي عدد من المعادن. قد لا تعكس الأرقام الواقع الفعلي للاحتياطيات بسبب عدم توفّر تقديرات وأرقام حولها:

https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2022

الرقم	اسم المعدن	الاستخدامات الرئيسية	الاحتياطيات (أول 3 دول)[138]
8	الإنديوم Indium	أشباه الموصلات وصناعة ألواح الطاقة والشاشات والمجال النووّي والعديد من الاستخدامات الطبية	الإنديوم منتج ثانوي تتم فلترته من خامات الزنك بشكل رئيسي
9	الغرافيت Graphite	صناعة الإلكترونيات وموادّ التشحيم والمعادن والصلب	تركيا، الصين، البرازيل
10	الليثيوم Lithium	صناعة البطّاريات والسيراميك والزجاج والمعادن والأدوية ومعالجة الهواء	تشيلي، أستراليا، الأرجنتين
11	المنغانيز Manganese	صناعة الصلب وتكرير الحديد	جنوب إفريقيا، أستراليا، البرازيل
12	النيوبيوم Niobium	صناعة الصلب وخطوط الأنابيب والبنية التحتية والهواتف المحمولة ومحرّكات الأقراص الثابتة للكمبيوتر والأجهزة الطبّية القابلة للزّرع	البرازيل، كندا، الولايات المتحدة
13	التنتالوم Tantalum	صناعات الطيران والنفط والغاز والإلكترونيات والحواسيب والعدسات الزجاجية الخاصة بالكاميرات المتطوّرة	غير متوفّر
14	عناصر مجموعة البلاتين Platinum-Group Elements	صناعات البتروكيماويات وتكرير النفط وعوادم السيارات والألياف الزجاجية والشاشات والأقراص الصلبة والاستخدامات الطبية وصناعة المجوهرات	جنوب إفريقيا، روسيا، زيمبابوي
15	العناصر الأرضية النادرة Rare-Earth Elements	صناعات الإلكترونيات والطاقة النظيفة والفضاء والسيارات والمجال الدفاعي	الصين، فيتنام، البرازيل، روسيا
16	الرينيوم Rhenium	صناعة شفرات التوربينات لمحرّكات الطائرات النفاثة وتطبيقات توليد الطاقة وتكرير البترول	تشيلي، الولايات المتحدة، روسيا
17	السيلينيوم Selenium	صناعات الدهانات والسيراميك والمنظّمات الكهربائية والطاقة الشمسية والبلاستيك والمجال الدفاعي	الصين، روسيا، البيرو
18	التيلوريوم Tellurium	صناعات الطاقة الشمسيّة والصلب والتبريد الكهرو حراري	الصين، الولايات المتحدة، كندا
19	القصدير Tin	صناعة العلب والحاويات وموادّ البناء وموادّ النقل واللّحام	الصين، أندونيسيا، أستراليا
20	التيتانيوم Titanium	صناعات الطيران والفضاء والصواريخ ويدخل في تركيب الطّلاء وصناعات الورق والبلاستيك والمطاط	الصين، الولايات المتحدة، ألمانيا
21	الفاناديوم Vanadium	المجال النووّي وصناعات الصلب والسيراميك والزجاج والبطاريات وتطبيقات التكنولوجيا الخضراء	الصين، أستراليا، روسيا
22	الزركونيوم Zirconium	صناعات السيراميك والمنتجات المقاومة للحرارة والوقود النووّي والطاقة النظيفة ومكبّرات الصوت وأبراج الهواتف	أستراليا، جنوب إفريقيا، السنغال
23	الهافنيوم Hafnium	إنتاج قضبان التحكّم النووّي وصناعة سبائك النيكل والسيراميك	أستراليا، جنوب إفريقيا، السنغال

[138] استند ترتيب الاحتياطيات العالمية إلى أرقام هيئة المسح الجيولوجي الأميركية لعام 2022 وفي عدد من المعادن. قد لا تعكس الأرقام الواقع الفعلي للاحتياطيات بسبب عدم توفّر تقديرات وأرقام حولها:

https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2022

تشير إحصائيتان الأولى لهيئة المسح الجيولوجي الأميركية والثانية لموقع ستاتيكا المتخصص في الداتا (انظر الملحق) إلى أن الصين هي المنتِجَ العالميَّ الأول لنحو 23/13 من المعادن النادرة في الإحصائية الأولى و13/ 26 في الإحصائية الثانية ما يجعل منها الرائدة على مستوى العالم في إنتاج هذه المعادن التي صنف العديد منها كسلع استراتيجية كما فعلت الولايات المتحدة بالنسبة لمعدن البيريليوم على سبيل المثال لا الحصر. تُعتبر الصين بمثابة "اللاعب المهيمن في معادن الطاقة النظيفة وهذا يجعل سلاسل القيمة العالمية عُرضة ليس فقط لقوة السوق والمخاطر اللوجستية ولكن أيضًا للاضطرابات الجيوسياسية"[139]. كذلك فإن تطرّق النّسخة الأخيرة من استراتيجية الأمن القومي الأميركي في ثلاثة مواضع لمسألة المعادن النادرة ودعوتها إلى تعزيز التنسيق مع الحلفاء وتشجيع الاستثمار وتأمين سلاسل التوريد يمثّل دليلًا على أهمّية هذه المعادن ويمكن من خلال هذا البحث استخلاص عدد من الاستنتاجات:

- تصدُّر الصين قائمة الدول المنتجة لـ 13 عنصرًا من المعادن النادرة يمثّل ورقة قوة لها بسبب سيطرتها على سلاسل التوريد ويشكّل توازنًا مع الغرب الذي يسعى لاحتواء بكين متهمًا إياها بالقرصنة التكنولوجية لاسيّما في ما يتعلّق بأشباه الموصلات.

- اعتماد الولايات المتحدة على الاستيراد من أجل تأمين وارداتها من المعادن النادرة وفي ظلّ فرض الصين قيودًا على تصدير عددٍ منها (الغاليوم والجرمانيوم بدءًا من 1 آب / أغسطس 2023) قد يدفع بالولايات المتحدة إلى زيادة إنتاجها من المعادن النادرة على أراضيها وفي الدول الحليفة لها في الخارج أو حيثما يمكن أن يصل إليه نفوذها ما يشكّل محفّزًا للاضطرابات والنّزاعات لاسيّما في إفريقيا من أجل تأمين إمداداتها وتقليل اعتمادها على الاستيراد من الصين.

- المقارنة بين الدول الرائدة على صعيد الإنتاج وتلك التي تمتلك أكبر احتياطيات من المعادن النادرة يدفع إلى الاستنتاج بأن هناك الكثير من الدول النامية التي لا تستثمر مواردها بشكل جزئي أو على الإطلاق لأسباب متعدّدة منها الافتقار إلى الإمكانات التقنية ذلك أن العديد من هذه المعادن يتمّ الحصول عليها من خلال تكرير خامات معادن أخرى.

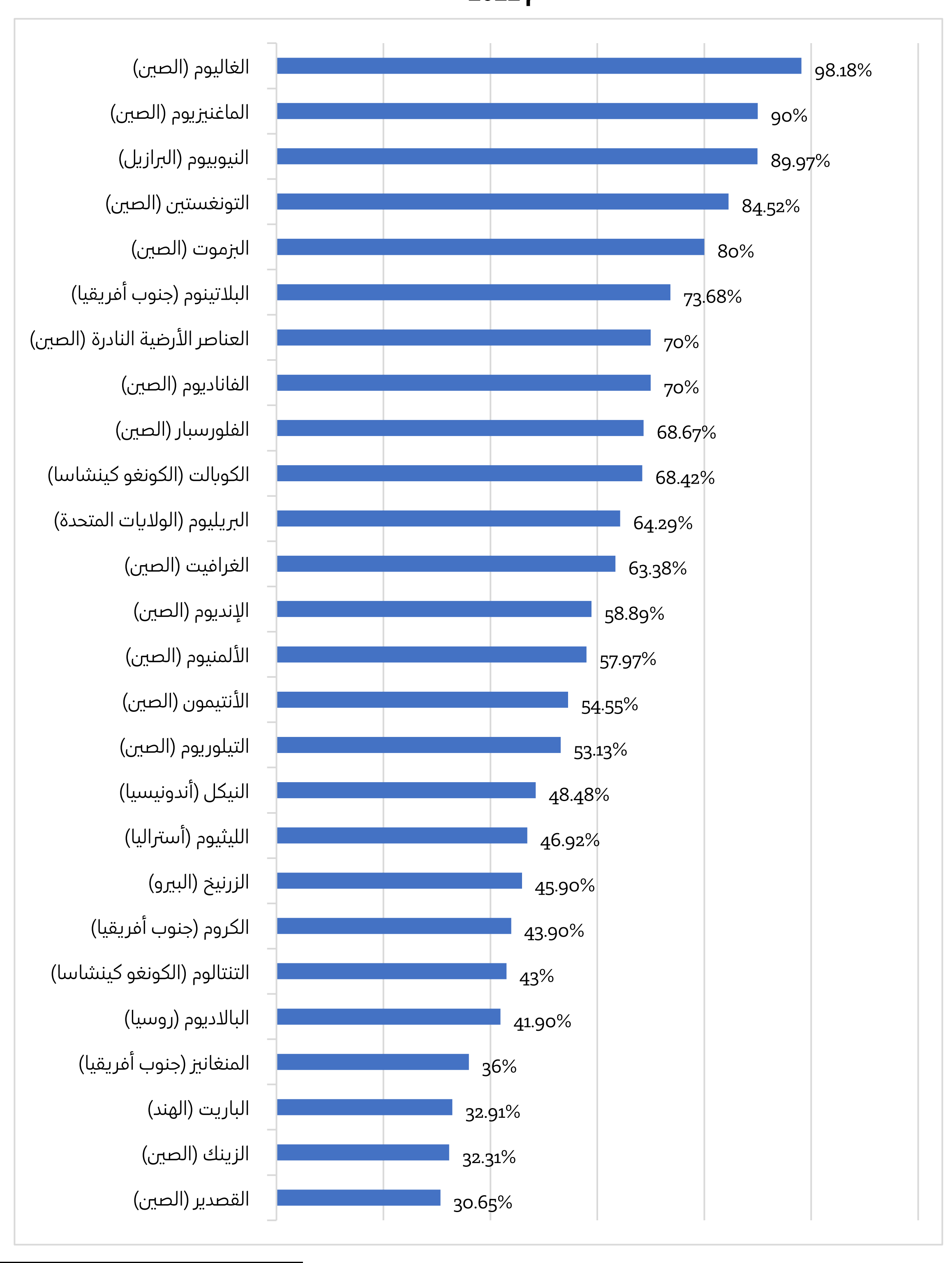
- تفتقر القارّة الأوروبية بشكل كبير إلى توفّر الموارد من المعادن النادرة ما يجعلها ترتكز في تأمين احتياجاتها على القارّة الإفريقية بشكل رئيسي مستفيدة من تاريخها الاستعماري والقرب الجغرافي معها.

- تملك أستراليا مقدّرات مهمّة على صعيد الموارد في العديد من المعادن النادرة ويمكن للولايات المتحدة أن تستفيد من تحالفها معها للاستثمار في هذا القطاع الحيوي.

---

[139] المركز الاستشاري للدراسات والتوثيق، المواكبة الاقتصادية، "معالم تفكك الاقتصاد العالمي"، العدد 2023/15 ص. 3.

الرسم البياني رقم 27: الدول الرائدة في إنتاج المعادن النادرة مع النسبة المئوية لمساهمتها في الإنتاج العالمي لعام 2022 [140]



[140] Statista. (2023a, February 20). Global critical minerals production share 2022, by majority producing country. https://www.statista.com/

- لا يكتمل بحث المعادن النادرة في بعده الجيوبوليتيكي والجيوسياسي من دون إلقاء نظرة على أبرز الدول المستوردة وقد أعددنا قائمة بأبرز المستوردين العالميين بناء على إحصائيات بين الأعوام 2020 و2023 أظهرت اعتماد الولايات المتحدة وحلفائها الآسيويين (كوريا الجنوبية واليابان) في تلبية احتياجاتهم من المعادن النادرة اللازمة لصناعاتهم المتطوّرة على الاستيراد الأمر الذي يفسّر المخاوف المتكرّرة التي عبّرت عنها الولايات المتحدة على وجه الخصوص والمتعلّقة بسلاسل التوريد العالمية والدعوة لتنويعها.
- رغم كون الصين رائدة عالميًا في إنتاج الكثير من عناصر المعادن النادرة، فإنها تستكمل احتياجات قطاعها الصناعي العملاق عن طريق الاستيراد كما يحصل بالنسبة للعناصر الأرضية النادرة والسيلينيوم والتيلوريوم والقصدير.

جدول رقم 7: المنتج الأول على مستوى العالم للمعادن النادرة وأبرز الدول المستوردة

الرقم	اسم المعدن	المنتج الأول عالميًا	أبرز المستوردين
1	الأنتيمون Antimony	الصين	اليابان، الولايات المتحدة، هولندا
2	الباريت Barite (Barium)	الصين	الولايات المتحدة، هولندا، كوريا الجنوبية
3	البريليوم Beryllium	الولايات المتحدة	سنغافورة، روسيا، ألمانيا، فرنسا
4	الكوبالت Cobalt	الكونغو	الصين، الإمارات العربية المتحدة، كوريا الجنوبية
5	فلور Fluorine	الصين	أندونيسيا، اليابان، هولندا، كوريا الجنوبية
6	الغاليوم Gallium	الصين	الولايات المتحدة، اليابان
7	الجرمانيوم Germanium	الصين	الولايات المتحدة، اليابان، كوريا الجنوبية، ألمانيا
8	الإنديوم Indium	الصين	كوريا الجنوبية، سنغافورة، هونغ كونج
9	الغرافيت Graphite	الصين	كوريا الجنوبية، اليابان
10	الليثيوم Lithium	أستراليا	الصين، كوريا الجنوبية
11	المنغانيز Manganese	جنوب إفريقيا	كوريا الجنوبية، اليابان، روسيا، الهند
12	النيوبيوم Niobium	البرازيل	الصين، هولندا، الولايات المتحدة
13	التنتالوم Tantalum	الكونغو	الولايات المتحدة، الصين، السلفادور، إندونيسيا

الرقم	اسم المعدن	المنتج الأول عالميًا	أبرز المستوردين
14	عناصر مجموعة البلاتين Platinum -Group Elements	جنوب إفريقيا	الولايات المتحدة، المملكة المتحدة، ألمانيا، اليابان، الصين
15	العناصر الأرضية النادرة Rare-Earth Elements	الصين	الصين، اليابان، فييتنام
16	الرينيوم Rhenium	تشيلي	هولندا، ألمانيا، المملكة المتحدة،
17	السيلينيوم Selenium	الصين	الصين، هونغ كونغ، الولايات المتحدة، الهند.
18	التيلوريوم Tellurium	الصين	هونغ كونغ، الصين، ألمانيا، سنغافورة، كندا
19	القصدير Tin	الصين	الصين، تايلاند، ماليزيا
20	التيتانيوم Titanium	الصين	الولايات المتحدة، ألمانيا، فرنسا، الصين، المملكة المتحدة
21	الفاناديوم Vanadium	الصين	تشيكيا، هولندا، كوريا الجنوبية، النمسا، الولايات المتحدة
22	الزركونيوم Zirconium	أستراليا	الولايات المتحدة، كوريا الجنوبية، الصين، كندا، ألمانيا
23	الهافنيوم Hafnium	فرنسا	الهند، ألمانيا، هولندا

الأعداد السابقة:

العدد	العنوان	التاريخ
1	الشيعة في البحرين	تموز 2011
2	المسلمون في فرنسا	أيلول 2011
3	الحركات السلفية في الدول العربية	تشرين الثاني 2011
4	الأقباط	تشرين الثاني 2011
5	الانتخابات النيابية في تونس	كانون الأول 2011
6	الحزب الشعبي الجمهوري التركي	كانون الأول 2011
7	حركة النهضة الإسلامية في تونس	تشرين الثاني 2012
8	الأحزاب الإسلامية في تركيا	كانون الأول 2012
9	الأزهر	كانون الأول 2012
10	أهم القوى السياسية في ليبيا بعد الثورة	كانون الثاني 2013
11	الحركات الإسلامية في الأردن	آذار 2013
12	أبرز العشائر السورية	نيسان 2013
13	المجموعات القتالية في سوريا	أيار 2013
14	مواقف المعارضة السورية من حزب الله	آب 2013
15	تظاهرات ساحة تقسيم – إسطنبول	أيلول 2013
16	حركة تمرّد المصرية	تشرين الأول 2013
17 (عدد خاص)	مجازر الوهابية عبر التاريخ	تشرين الأول 2014
العدد 18	جمهورية القرم	أيار 2014
العدد 19	الأقليات في تركيا	أيلول 2014
عدد خاص	داعش	أيلول 2015
20 (عدد خاص)	خطوط أنابيب النفط والغاز الطبيعي في غرب آسيا وشمال إفريقيا	شباط 2016
21	جماعة فتح الله غولن	تشرين الأول 2016
22	خطاب الرئيس الأميركي المنتخب دونالد ترامب حول السياسة الخارجية الأميركية	تشرين الثاني 2016
23	إدارة دونالد ترامب: مجلس الأمن القومي وأبرز المستشارين	نيسان 2017
24	رؤية المعارضة لتجربة المجالس المحلّية	تشرين الأول 2017
25	القضية الفلسطينية وحل الدولتين	تشرين الأول 2017
26	مأساة مسلمي الروهينغا في ميانمار	كانون الأول 2017
27	الشيعة في باكستان	كانون الأول 2017
28	مسح شامل للعقوبات الأميركية على حزب الله	تموز 2018
29	الأزمة الخليجية في عامها الأول	تموز 2018

العدد	العنوان	التاريخ
30	جماعة الخوذ البيضاء في سوريا	تشرين الأول 2018
31	أبرز وقائع التعامل المعلن بين الكيان الإسرائيلي وفصائل من المعارضة السورية 2011 - 2018	تشرين الثاني 2018
32	المكوّنات السياسية في جنوب اليمن	كانون الأول 2018
33	قراءة في نتائج انتخابات الكونغرس النصفية لعام 2018	شباط 2019
34	استراتيجية الإمارات البحرية	آذار 2019
35	صعود اليمين المتطرف في أوروبا، أبرز العوامل والشخصيات والأفكار	أيار 2019
36	التدخل الإماراتي في اليمن: الأدوار والمصالح	تموز 2019
37	الحملات المعادية لحزب الله في ألمانيا	تشرين الأول 2019
38	وزارة الخزانة الأميركية الجهات والشخصيات والبرامج ذات الصلة بالعقوبات المالية	كانون الأول 2019
39	بعض أوجه التمويل الأميركي لمنظمات مدنية في لبنان	كانون الثاني 2020
40	مؤشرات عن واقع الولايات المتحدة الاميركية	تموز 40
41	سدّ النهضة: النظام القانوني، والمفاوضات، والتمويل	أيلول 2020
42	العوامل المؤثّرة في حياد الدول: تجارب عالمية	أيلول 2020
43	بعض أوجه تمويلات الاتحاد الأوروبي لمنظمات من المجتمع المدني في لبنان	تشرين الأول 2020
44	سقطرى اليمنية.. مفتاح البحار السبعة	تشرين الأول 2020
45	العُملة الرقمية الصينية: نظرة عامة حول السوق والتكنولوجيا والآثار المحتملة	تشرين الأول 2020
46	الميليشيات المسلّحة في أميركا النشأة والإشكال القانوني، والتقديرات الأمنية	تشرين الثاني 2020
47	مواقف الرئيس الأميركي المنتخب جو بايدن ونائبته حول الشرق الأوسط	تشرين الثاني 2020
48	السِيَر الشخصية لأبرز أعضاء إدارة الرئيس الأميركي جو بايدن	شباط 2021
49	فريق الشرق الأوسط في الخارجية الأميركية ومجلس الأمن القومي	نيسان 2021
50	اللجنة الدستورية السورية: التأسيس، التشكيل، الاجتماعات، آراء الدول	آذار 2021
51	"فلسطينيو الداخل" 1948 وهبّة سيف القدس، العوامل والظروف والمسار	تموز 2021
52	الأزمة في تونس، الخلفيات والسياق والمواقف	أيلول 2021
53	بهاء الحريري: وثائق مرتبطة بجماعة ضغط أميركية (عدد خاص)	شباط 2022
54	حرب المعلومات، تكتيكات وتقنيات التأثير والتضليل المعادي	آذار 2022
55	استعمال الولايات المتحدة الأميركية القوة العسكرية في الخارج 1798-2022	حزيران 2022
56	تفكيك الشيفرة البوتينيّة، عرّابو فكر فلاديمير بوتين	كانون الأول 2022
57	تعقُّب الاستثمارات الصينية في الشرق الأوسط والعالم العربي 2005 - 2022	كانون الثاني 2023
58	الرئيس الصيني شي جين بينغ – سيرة موجزة	نيسان 2023



مؤسسة علمية متخصّصة تُعنى بحقلي الأبحاث والمعلومات، وتهتم بالقضايا الاقتصادية والاجتماعية وتواكب المسائل الاستراتيجية والتحوّلات العالمية المؤثّرة.

هاتـف : 01/836610 فاكس : 01/836611 خليوي : 03/833438

البريد الإلكتروني :
ccsd@dirasat.net
www.dirasat.net

الرمز البريدي :
Baabda 10172010
P.O.Box : 24/47
Beirut - Lebanon